

## DEMİR İSTİHSALİNDE ALTERNATİF USULLER

Derleyen: E. Z. A K A

### Ö Z E T

Demir istihsalinde yüksek fırın usulü mevkiini muhafaza etmekle beraber son senelerde hususî ihtiyaca göre muhtelif alternatif usuller istikşaf edilmiş,, bunların ancak birkaç tanesi sınaî işletme safhasına erişmiştir. Bu makalede muhtelif usullerin bugünkü durumla, rı ve bunların te-cihinde rol oynayan faktörler ve bunların bazı hususî evsafı demir cevherlerine tatbikî mevzubahis edilmiştir.

Uygun evsafıta demir cevheri ve koklaş-tırılmaya müsait maden kömürü mevcut olduğu yerlerde ve yüksek tonajda demir istih-sali için en müessir vasıta mutad yüksek fi-rındır. Fakat nisbeten az miktarda demir istih-sali icabeden hallerde ve uygun evsafıta kömür veya demir cevheri bulunmayan yer-lerde, son senelerde inkişaf ettirilen muhtelif demir istihsal usullerinden birisi kullanılmaktadır.

Demir izabesinde sayısız denecek kadar çeşitli usuller keşfedilmiş fakat bunlardan yalnız birkaçında geniş ölçüde pilot fabrika tecrübeleri yapılmış, hatta daha da azı sınaî işletme safhasına ulaştırılmıştır.

Bu usullerde, enerji - lüzumlu irca için kimyasal olsun veya yüksek sühnet için olsun - atideki yakıtlardan biri veya birkaçın-dan elde edilir.

Katı yakıtlar-maden kömürü, odun kö-mürü, kok

Akaryakıt

Tabii veya sınaî gaz

Elektrik enerjisi

İrca hadisesi ya şakulî bir fırında veya ufki döner bir fırında, statik veya fluid bir yatakta veyahutta elektrikle ısıtılan bir ban-yoda cereyan etmekte, elde edilen metal ya sulp (sünger) veya müzap olduğu gibi metal içindeki karbon, silis oksijen vesair unsurlar-ın miktarı da kullanılan usule göre değişik olmaktadır.

Demir istihsalı için kullanılacak usulün tercihinde daha ziyade şu iki faktör rol oynar.

- (a) Mevcut yakıtların nisbi fiatları
- (b) Kullanılacak usulün metal randıma-nı veya cevherden metal istihsal ka-biliyeti.

Bu sebeple mevzubahis usuller atide bu iki yönden mütalâa edilmiş ve yakıt ihtiya-cına göre sınıflandırılmıştır.

### ALTERNATİF USULLERİN YAKIT İHTİYACINA GÖRE TASNİFİ:

**1 — Elektrik enerjisi ve kömür kullanan usuller:** Yüksek fırının bir şekilde faaliyet göstermesi için yüksek evsafı kolduk kömü-re ihtiyaç vardır. Bu kok'u kısmen elektrik enerjisi ile ikame etmek için kısa boylu fi-rınlar yapılmış ve bunlar İskandinavya, ital-ya ve başka memleketlerde kullanılmıştır.

a) **Tyland-Hole usulü:** Kısa boylu fi-rınlardan en maruf olanı Tyland-Hole fırınıdır. Bu fırın tavanından üçken şeklinde tanzim edilip sarkıtılan üç şakulî elektrodu havi dai-revi bir eritme kamarasından müteşekkildir. Bunlardan günde 250 ton demir kapasiteli 33.000 KVA güce kadar fırın inşa edilmiştir. Bu usulde istihsal edilen ton metal başına 350-450 kg. mürci yakıt-ki bu kok, kok tozu, taşkömürü veya odun kömürü olabilir. Ve 1850-2400 Kwh enerjiye ihtiyaç vardır. Kullanılan fırın kısa olduğu için bu fi-rınlarda gaz-larla irca hadisesi pek mahdut derecede ol-

makta ve istihsal edilen demir tonu başına gaz harareti takriben  $1,75 \times 10^6$  kcal civarında olmakta ve bu gazın haruri kıymeti de nisbeten yüksek (2500 kcal) bulunmaktadır.

**b) Strategic-Udy ve müşabih usuller:** Fırına şarj edilen cevheri önceden kısmen irca etmek mümkün olduğu takdirde izabe için lüzumlu enerji bir hayli azalmakta ve fırının kapasitesi yükselmektedir. Bu Elektrokemisk, Strategic-Udy, D L M ve Orcarb usullerinin temel prensibidir. Bahsedilen ilk iki usulde cevherin ön ircası ufki döner bir fırında kömürle yapılmakta, üçüncü usulde bu iş kömür-cevher peletlerinin yakıldığı sinter tesislerinde yapılmakta, dördüncü usulde ise uçucu maddesi yüksek kömürlerle ince cevher bir rotort fırınında peletlendikten sonra bir tünel fırınında yakılmaktadır. Bütün bu usullerde enerji ihtiyacının istihsal edilen demir tonu başına 1100 KWS a kadar düşürüldüğü iddia edilmekte fakat kömür sarfiyatı ton demir başına 450-550 kg. a kadar yükselmekte ve çıkan baca gazlarından istifade edilememektedir. Bunlardan yalnız Strategic-Udy usulü sınıı tatbikata yaklaşmış olup Kanada ve A. B. D. de müteaddit fabrikalar inşa halindedir.

**c) Wiberg-Soderfors usulü:** Bütün yukarıdaki usullerde müzap metal istihsal edilmektedir. Halbuki İsveçte sınıı çapta kullanılan Wiberg usulünde de elektrik enerjisi ve kok kömürü kullanıldığı halde sünger demiri elde edilmektedir. Bu usulde zengin cevher peletleri şakulü bir fırında mürci bir gazla ( $H_2$ : CO = 3 : 1) 1100 C de irca edilmektedir. Fırın gazları kısmen peletleri ısıtmakta kullanılmakta ve kısmende elektrikle ısıtılan kızgın bir kok yatağından (karbüratör) geçilmek suretiyle CO tevliid edilerek fırında lüzumlu mürci gaz tazelenmektedir. İyi bir işletme şartları altında ton demir başına asgarî 1000 KWS enerji ve kok kömürü halinde 175 kg. karbon icap etmektedir. Buna çok benzeyen fakat ancak pilot fabrika tecrübe safhasında kalan Stelling usulünde irca hadisesi fluid bir sistemde yapılmaktadır.

**2 — Yardımcı gaz veya akaryakıtla beraber kömür kullanan usuller:** Koklaştırılmaya müsait olmayan düşük kaliteli kömürleri yakıt menbaı olarak kullanmak üzere muhtelif usuller inkişaf ettirilmiştir. Bu usullerde umumiyet itibarile ufki döner fırınlarda katı yakıtlarla irca yapılır. - ki bunlar metalurjik olmayan kok, düşük uçucu maddeli kömür veya odun kömürü olabilir - ve lüzumlu

ısı fırına gaz, akaryakıt veya toz kömür brülörleri ile temin edilir.

**a) Krupp-Renn usulü:** Bu usullerden en yaygını Garbi Almanyada, Çekoslovakya, İspanyada ve sair yerlerde kullanılan Krupp-Renn usulüdür. Bu usulde düşük dereceli cevherler, kömür tozu ile ısıtılan döner bir fırında kok tozu ile irca edilir. Teşekkül eden küçük demir parçaları lüzuci cürufun içinde kalır ve bu cüruf soğutulduktan sonra kırılarak içindeki demir miknatısı olarak ayrılır. Bu usulün en büyük mahzuru yüksek kükürt muhtevalı demir vermesidir. İstihsal edilen ton demir başına yakıt ihtiyacı 750-1000 kg. kok tozu ve 175-250 kg. kömür tozudur.

**b) R-N usulü:** Esas itibariyle Krupp-Renn usulüne benzeyen R-N usulünde daha dakik olarak kontrol edilmek şartıyla daha düşük sühunette çalışılmakta ve fırınların uzunluğu boyunca muhtelif noktalardan hava ithal edildiği için daha düşük kükürtlü demir elde edilmekte fakat elde edilen lüzuci cürufdan demiri miknatısla ayırabilmek için cürufun daha ince öğütülmesi icap etmektedir. Krupp-Renn usulünde kükürt tardı % 50 civarında ise de R-N usulünün çok düşük tenörlü ve yüksek silistli demir cevherlerine tatbik kabiliyeti vardır. Tipik yakıt ihtiyacı ton demir başına 450 kg. kok tozu ve brülör için 280 m<sup>3</sup> tabii gaz civarındadır. A. B. D. de büyükçe bir pilot tesisi hali faaliyette ise de bu henüz sınıı safhaya intikal etmemiştir.

**c) Freeman usulü:** Döner fırın kullananlardan Freeman usulü Kanada'da zengin cevher peletlerini düşük kıymetli kokla irca etmekte ve brülörde akaryakıt kullanılmaktadır. Bu usulde nisbeten düşük sühnet kullanıldığı halde yüksek evsafh demir süngeri peletleri elde edilmekte ve bunlardan bilâhara demir tozu yapılmaktadır.

**d) Sair usuller:** Almanyada kullanılan Sturzelberg usulünde çinko ihtiva eden demir cevherlerinden hem müzap halde demir hem de çinko elde edilmektedir. Danimarkada kullanılan Basset usulünde hem çimento klinkeri hem de demir istihsal edilmektedir. Hogonas usulünde irca seramik potalar içindeki cevheri tünel fırınlarında ısıtmakla yapılır. Bu usulde zengin cevher kok kömürü ve kireç taşı ile karıştırılmakta ve elde edilen hasilattan demir tozu yapılmaktadır. Bu usul İsveçte sınıı faaliyet halindedir.

**3 — Tabii gaz veya akaryakıt kullanan usuller:** Dünyanın muhtelif bölgelerinde ta-

bii gaz ve akaryakıt bol olduğu için bu yakıtları kullanmak suretile demir istihsaline matuf bir çok usuller inkişaf ettirilmiştir. Bu usullerden yalnız ikisi sınai işletme safhasına erişmiştir.

a) **HyL usulü:** Meksikada kullanılan HyL usulünde mübeddil tabii gaz ( $CH_4$  gazı ve su buharı ile % 85 H ve mütebakisi CO) sabit duran bir yatakta iri demir cevherlerini irca etmektedir. Böylece % 90 Fe muhtevalı demir süngeri elde edilmekte ve demir tonu basma 600-700  $m^3$  tabii gaz sarfedilmektedir.

b) **H-Demir usulü:** Tabii gaz kullanan diğer bir sınai usul H-demir usulüdür. Bu usulde evvelâ H gazı elde edilerek demir cevheri tozu bu gazla fluid bir sistem içerisinde düşük sühnette (450 C) ve yüksek tazyikte (35 atü) irca edilmektedir. H gazı, tabii gaz veya kok fırın gazı kısmen okside edildikten sonra bunun su gazı ile reaksiyonundan elde edilmektedir. Fluid sistemden çıkan gazlardan su buharı ayrılmakta ve hidrojen ilâve edilerek tekrar sirküle edilmektedir. Matbuata intikal eden malûmata göre ton demir başına 500  $m^3$  gaz veya onun yerine 500 litre akaryakıt sarfedilmektedir. A. B. D. de günde 30 ton demir yapan ve demir tozu imali için kullanılan küçük bir tesis faaliyet halindedir.

c) **E.R.L ve Nu-demir usulleri:** İnce demir cevherlerinin fluid sistemde ircası esasına dayanan diğer iki usul de E.R.L. (Esso Research-Little) ve Nu demir (U. S. Stell Corporation) usulleridir. Bunlar ancak pilot fabrika safhasına kadar inkişaf ettirilmiştir.

Bütün bu usuller için sermaye yatırımı, tesislerin hâli bir arazide kurulması halinde, tahmil tahliye ve hizmet tesisleri dahil Şimalî Amerikada senelik ton kapasite basma takriben 65 dolar civarındadır. Bu fiat, kok fırını hariç günde 1000 ton kapasiteli bir yüksek fırının fiatına muadildir. Şayet cevher çok zengin veya konsantre edilmiş durumda ise ve faaliyet mekanikleştirilmemişse bazı müsait mıntıkalarda bu fiat senelik ton kapasie başına 45 dolara kadar düşmektedir.

#### **HUSUSİ EVSAFLI CEVHERLERİN ALTERNATİF USULLERLE İZABESİ.**

1) **Düşük tenörlü silisli cevherler:** Bu türlü cevherler yüksek fırında fazla miktarda kireç taşıma ihtiyaç gösterdiği için kömür sarfiyatı ve binnetice maliyet çok yükselmektedir. Krupp-Renn usulü bu tip cevherlerin

izabe etmek için yapılmış ve demir muhtevaları % 30-35 ve silis muhtevaları % 40'a kadar çıkan cevherlerin izabesinde başarı ile kullanılmıştır. Bu usulün en ciddi mahzuru elde edilen demirin fazla miktarda kükürt ihtiva etmesidir. Elde edilen metal direkt olarak çelik imalinde kullanılmadığı için yüksek firma şarj edilmektedir. Bu sebeple Krupp-Renn usulü izabeden ziyade bir temizleme ve zenginleştirme ameliyesi olarak kabul edilebilir.

Kanada'da bulunan vasi düşük tebrülü demir cevherlerinin yüksek firma şarj edilmeden konsantre ve aglomere edilmesi lâzımdır. Bu cevherler üzerinde muhtelif zenginleştirme usullerinin kombinezonu mevzu bahis olmuştur. R-N usulünde olduğu gibi, düşük suhnetli döner fırın istimalinin birçok avantajları vardır. Evvelemerde, yalnızca kaba bir öğütmeğe (-1/2 pus) ihtiyaç göstermesidir." Cevher irca edildikten sonra kolayca ince öğütülebilmektedir. Randıman cazibi konsantrasyon veya flotasyona nazaran daha yüksek olmaktadır. Elde edilen nihaî demir süngeri briketleri çelik imaline müsaittir.

2 — **Düşük tenörlü manganizli cevherler:** Yüksek fırında ferromanganiz imali için manganizi ve Mn/Fe nisbeti yüksek cevherlere ihtiyaç vardır. Fakat yüksek fırın için çok düşük tenörlü ve Mn/Fe nisbeti düşük fazla miktarda cevherler vardır. R-N usulünde olduğu gibi düşük suhnetli ufki döner fırın usulünde demir irca edildiği halde manganiz MnO şeklinde kalır. Böylece bu metaller öğütmek safhasında miktatısı ayırma ile tefrik edilebilir. Bu suretle normal çelik imali için bir briket ve manganiz istihracına müsait bir cüruf elde edilir.

Kontrollü elektrik izabesi - icabı halde önceden ufki döner fırında irca edilen - birinci kademedede bazik demir ve ikinci kademedede firromanganiz istihsal imkânları sağlamaktadır. S. U. usulü ile yapılan pilot fabrika deneyleri yalnızca % 15 Mn ve % 22 Fe ihtiva eden bir cevherden bazik demir ve ferromanganiz istihsali imkânlarını göstermiştir. Manganizli yüksek fırın cüruflarında da elektrik izabesi ile manganiz istihracı mümkün olmaktadır.

3 — **Titanh cevherler:** Bu cevherler yüksek fırın izabesine müsait değildir. Tysland-Hole tipi fırınlarla bu tip cevherleri fazla müşkilât çekmeden izabe etmek ve fazla titan ihtiva etmeyen bir demir elde etmek

mümkün olmaktadır. Kanada'da ilmenit cevheri sınai çapta izabe edilerek pik demir ve TiO<sub>2</sub>lu zengin cüruf elde edilmektedir. Titanh cevherler için elektrik izabesinden evvel döner fırında kısmî bir ırcaya ihtiyaç gösteren usullerle kullanılmakta ve Stratejic-Udy usulü TiO<sub>2</sub> muhtevası % 25'e kadar yükselen cevherlerin izabesinde pilot, çapta başarı ile kullanılmaktadır.

Titanh cevherler için düşük suhnetli döner fırın - R-N usulü gibi usulü de kullanılabilirse de burada ırca edilen demirin FiO<sub>2</sub>li gankdan ayrılabilmesi icabetmektedir.

**4 — Çinkolu cevherler:** Çinko yüksek fırında bir hayli müşkilâta sebebiyet verdiği için pek az çinko ihtiva eden cevherler dahi yüksek fırında kullanılamamaktadır. Almanya'daki Sturzelberg usulü % 42 Fe, % 10 Zn, ve % 7 S ihtiva eden cevherleri izabe etmek için yapılmıştır. Kükürtü tard etmek için cevher evvelâ kalsine edilmekte ve bilâhara kireç taşı ve kokla karıştırılarak toz kömür yakan brulörlerle ısıtılan kısa boylu döner bir reverber fırınına şarj edilmektedir. Bu esnada çinko tabahhur ettirilmekte ve gazlardan kondense edilmek suretiyle kurtarılmaktadır. İrca hadisesi tamamen bittikten sonra elde edilen saf demir fırını eğmek suretiyle dışarı alınmaktadır.

**5 — Demirden gayrî metallerin izabe cürufları:** Yüzde 30-40 demir ihtiva eden çok mebzul miktarda bakır cürufları vardır. Bu cüruflardaki demir ve sair metallerin kimyevî bünyeleri bakımından yüksek fırına müsait değildir. Bunlar bir elektrik fırınında izabe edilebilir ve az miktardaki bakır ve çinkoyu da kurtarmak mümkün olursa tatbik edilen usul daha da cazipleşir. Böyle cürufların izabesi için Arizona'da bir fabrika kurulmaktadır. Burada kullanılan -strategie-Udy usulünün muaddel bir şeklidir.

#### 6 — Nikel ve Krom ihtiva eden cevherler:

Daima bir miktar Ni ve Cr ihtiva eden laterit cevherleri bazik demir istihsaline için yüksek fırında pek mahdut miktarlarda kullanılabilir. Fakat bunlar bir elektrik fırınında izabe edilerek ferro-alaşım yapılabılır. Meselâ yeni Kaledonya'daki bu tip bir cevher Tysland-Hole fırınında ırca edilerek bütün Ni ve Cr ve bolca karbon ve silisi muhtevi bir metal elde edilmektedir. Bu metal bir konverterde üflenerek demir ve nikelde gayrî bütün metaller okside edilmekte ve takriben % 25 Ni ihtiva eden bir ferro-nikel elde edilmektedir. Oregon'un düşük tebörlü cevherinden (% 15 Ni, % 8-15 Fe) ferro-nikel elde etmek için biraz değişik bir usul kullanılmaktadır. Burada cevher bir elektrik fırınında izabe edilmekte ve müzap metale Uginde usulü ile bir pota içinde ferro-silis ilâve etmek suretiyle takriben % 45 Ni ihtiva eden bir ferro-nikel elde edilmektedir.

Elektrik fırın izabesinde - bilhassa cüruf tabakasının mukavemetinden istifade ile eritme yapan usullerde - yüksek fırına nazaran metal pozisyonu üzerinde daha dakik kontrol mümkün olmaktadır.

Bu husus stratejik Udy usulü ile laterit cevherlerinden ferro-nikel, ferro-krom ve bazik demir istihsaline yol açmıştır.

Yukarıda takdim edilen usullerin henüz daha geniş çapta tatbik edilememelerinin başlıca sebebi son senelerde yüksek fırın izabesinde kaydedilen yüksek randıman ve yüksek produktivitedir. Son tecrübeler göstermiştir ki yüksek fırında bir miktar akaryakıt ve tabii gaz kullanmak suretiyle metallürjik koku kısmen ikame etmek mümkün olmaktadır. Nihayet, şu hususu da belirtmek gerekir ki çelik imalinin değişen husuiyeti müzap demir veren usullere büyük avantajlar aramaktadır.



## YUGOSLAVYA KOMUR İŞLETMECİLİĞİNE GENEL BAKIŞ

Tercüme: Nebil EZGÜ (\*)  
Diplom Maden Mühendisi

Rudolf SIKOVEC, LAİBAH  
Maden Yüksek Mühendisi

Bir memleketin iktisadî inkişafı ve sanayileşmesinde, yeter derecede ve aym zamanda ucuz enerji sağlanması ilk ve en önemli şarttır. **Yugoslavya** ekonomisi için, **Su kuvvetleri** enerjisi yanında, gerek Primer enerji hâmili olması ve gerekse kimyevî, teknolojik kıymetlendirilmelerde ham maddeyi teşkil etmesi bakımlarından **KÖMÜR**'ün ehemmiyeti büyüktür.

Yugoslavya Kömür İşletmeciliğinin bu günkü durum ve şartları ve ikinci Dünya harbmdan sonraki inkişafı hakkında doğru bir hükme varabilmek için, harpten evvelki durumunun kısaca zikredilmesi icapetmektedir.

### İkinci Dünya Harbmdan Evvelki Durum:

Memleketin önemli olan ve 1939 senesinde 5 milyar ton olarak kabul edilen kömür rezervlerine rağmen, kömür istihsali pek azdı. Bunun miktarı, 1929 senesinde ancak 5,6 milyon tondur. Bunun 400000 tonu - evvelce İtalya'ya ait olan Rasa ocaklarının istihsali hariç olmak üzere - taşkömürüne, 4,1 milyon tonu esmer kömüre ve 1,1 milyon tonu da linyit kömürüne isabet etmekteydi. 1939 senesine kadar kömür istihsali 6,1 milyon tona - bunun 450000 tonu taşkömürü, 4,3 milyon tonu esmer kömür ve 1,3 milyon tonu linyit kömürü - çıkmıştı ki; bu, ortalama olarak senelik % 0,6 bir artışa tekabül etmektedir. En büyük artış % 5 ile taşkömürü takip etmektedir. Nispeten az olan bu taşkömürü istihsali, hiç bir zaman istihlâki karşılayamamaktaydı. Bu sebepten her sene, yüksek değerli, takriben 250000 ton taşkömürünün ithali zaruri bulunmakta idi. İstihsalin az olması sebebi, her şeyden evvel endüstrinin az inkişaf etmiş olmasından ileri geliyordu. Kısmen dışarıdan getirilen taşkömürü ile

temin edilmesinden dolayı, demiryolları ve gemilerin seyrüsefer kömür ihtiyacı da fazla değildi. Bu sebeplerden dolayı, kömür ocakları o zamanlarda az inkişaf etmiş ve yeni kömür yatakları da ya hiç açılmamış veya mahdut derecede inkişaf etmişlerdi. Kömür ocaklarının teknik durumu ve teçhizatı da, bir kaç istisna edilirse, pek aşağı bir seviyede idi. İşçi sayısının fazla ve binnetice işçiliğin ucuz olmasından dolayı, makinalaşma işi, o zamanki ocak sahipleri için gayri iktisadi bulunuyordu. Ancak bir kaç kömür ocağı hükümete ait bulunmakla beraber, bunların idare makamları da aynı şekilde, kömür istihsalinin daha fazla inkişafına az ilgi gösteriyorlardı. Ocakların teknik durumuna uygun olarak, randıman da fevkalâde kötü idi. Bu suretle, 1939 senesinde taşkömürü ocaklarında ortalama olarak ancak 0,39 t/vardiya adam başına bir istihsal randımanı elde edilebilmişti. Esmer kömür ve linyit kömürü ocaklarında ise biraz daha yüksek, 0,69 ve 0,88 t/vad. idi. O zamanki bütün kömür ocaklarında (Rasa taşkömürü ocağı hariç olmak üzere) işçi sayısı yekûnu 35000 idi. Bahsa konu kömür istihsali, tamamen yeraltı işletmesi olarak yapılıyordu. İşletme usulleri, makinalaşma durumu ve imkânlarına uygun bulunuyordu. Esmer kömür ve taşkömürü ocaklarında **genişliğine imalât (Querbau)** ve linyit ocaklarında da odalı ve sutunlu göçerme li imalât (**Kammer-Pfeilerbruchbau**) usulleri fazla kullanılmakta idi. Bir kaç esmer kömür ocağında, 1935 senesinde, **tam ramble** ve **ufki tranş ayak** usulü de (**Strebbau**) kullanılmaya başlanmıştır.

### Harp sonrasındaki inkişaf:

Harp sonunda, bilhassa **Bosna** ve **Sırbistan'da** olmak üzere, kömür ocakları kısmen veya tamamen tahrip edilmiş durumda idi-

(\*) Glückhauf - 5 November 1960 - dan tercüme.

ler. Bu durum ve işçi sayısı ve meslek erbabının artık pek az olması, harp sonrasında ilk seneleri zarfında kömür istihsaline büyük ölçüde engel olmuştur. Yugoslavya'nın bu zaman esnasında başlayan seri ekonomik inkişafı karşısında, kömüre olan ihtiyaç da gittikçe artmıştır. Bu ihtiyacı karşılayabilmek için, elverişli veya elverişsiz işletme şartları arzeden bütün kömür ocakları o şualarda çalıştırılmıştı, uçaklardaki teknik durum ve müstehlikin artan talepleri, mevcut tesislerin genişletilmesi ve makinaleştirilmesini icap ettirmiştir. Aynı zamanda, daha elverişli işletme şartlarını haiz ve bilhassa açık işletmeye elverişli yeni yatakların meydana çıkarılabilmesi için, geniş ölçüde jeolojik araştırmalara başlanmıştır. Bu araştırmalar kısa bir zamanda, kömür rezervi mıntıklarının evvelce pek dün olarak tahmin edilmiş oldukları neticesini vermiştir. 1939 senesinde bildirilen 5 milyar tona mukabil, son zamanlarda bu rezervler 22 milyar tonun üstünde olarak bulunmuşlardır. Bununla beraber, bu rezervlerin maalesef % 90'ı az ısı değerli linyit kömürleri olup, % 10'ü taşkömürdür; esmer kömürlere isabet eden ise takriben % 9 veya 2 milyar tondur. Buna karşılık bütün dünya kömür rezervlerinin % 60'ı taşkömürlerine, % 40'ı esmer ve linyit kömürlerine isabet etmektedir. Yugoslavya kömür rezervlerinin jeolojik yaşa göre ayırt edilmeleri maksada uygun düşmemektedir; zira, kömür zuhurları aynı jeolojik formasyonlarda bulunsalar bile, pek farklı özellikler göstermektedirler. Bundan dolayı, ısı değerine göre bir tefrik yapılması daha iyidir. Yugoslavya'da, ısı değerleri 5000 Kcal/Kg.'m üstünde olan bütün kömürler, jeolojik yaşları göz önüne alınmaksızın, taşkömürü adlandırılmaktadır. Isı değerleri 3209 ilâ 5000 Kcal/Kg arasında olanlar esmer kömür ve ısı değerleri 3200 Kcal/Kg. dan aşağı olanlar Linyit kömürü diye adlandırılmaktadırlar. Yugoslavya taşkömürlerinin ortalama ısı değeri takriben 6000 olup, esmer kömürlerinin 4000 ve linyit kömürlerinin ise 2400 Kcal/Kg dır.

Mevzu bahis kömür rezervleri taşkömürü birimine (1 taşkömürü birimi = 7200 Kcal) tahvil edilirse, Yugoslavya'nın bu günkü bilinen kömür rezervleri 10 milyon ton veya adam başına 600 ton tutmaktadır ki bu da dünya ortalamasının pek altında kalmaktadır. Bununla beraber, bir kaç kömür bölgesi (Livno, Ivograd) henüz yeter derecede araştırılmamış olduklarından; hakiki rezervler daha fazla olarak kabul edilebilirler. Ha-

len, kok istihsaline yarayan taşkömürü ithalini azaltmak için, bilhassa taşkömürü rezervlerini arttırmak hususunda çok çalışılmaktadır.

### TAŞ KÖMÜRLERİ

Kabili imal taş kömürü damarları muhtelif jeolojik formasyonlarda bulunmaktadır. Yugoslavya'da prodüktif karbon inkişaf etmemiştir. Karbon tabakalarında kömür damarlarına da rastlanmakta isede; bunlar, kalınlıklarının az olmasından dolayı kabili imal değildirlir. Şekilden görüleceği üzere, en önemli taş kömürü yatakları, Sırbistan'ın doğu kısmında ve güney batı Hırvatistan'da (İstirya) da bulunmaktadır. Sırbistan yatakları jeoloji bakımından MEZOZOİK ve filhakika (Povdis, Rtanj, Dobra, Sreca) KRE-TASE'ye ve (Jerma, Vrska, Cuka) JURA'ya ait bulunmaktadır. İstirya (Rasa ve Secovlje) ve şimali Bosna (Majejica) taşkömürü yatakları ise EOSEN'de teşekkül etmiş olup, daha gençtirler.

Sırbistan'ın bilhassa taşkömürü tabakaları kuvvetli tektonik etkilere maruz kalmış olup, bu da bu günkü işletmeyi güçleştirmektedir. Tektonik etkiler dolayısıyla, lantiy şeklinde teşekkül etmiş kömür damarları da nadir değildir. İstirya yataklarının tektoniği ise daha sakindir. Kömürün kalitesi de, Sırbistan'dakine nazaran daha iyidir. İstirya kömürleri daha az kül ve rutubet, buna karşılık daha fazla kükürt ihtiva etmektedirler. Bu kömürlerin ısı değeri 6500 Kcal/Kg kadar olduğundan, Yugoslavya kömürlerinin yukarıda bahsedilen ortalama 6000 Kcal/Kg ısı değerinin fevkindedir.

Kömür yataklarındaki işletme usulleri:

Jeolojik şartlara uygundur. Buna göre, Rasa ocağında kalınlıkları 3 mtr.ye kadar olan müteaddit damarlar, uzun zamandan beri ayak usulüyle (Strebau), Ruhr havzasında az meyilli damarlardakine müşabih olarak, işletilmektedirler. Son zamanlarda, Dolgulu (bilhassa üfürmeli dolgu) "Blasversatz") ayak usulü, gittikçe göçertmeli usulün (Bruchbau) yerini almaktadır. Mevzu bahis damarlarda grizu patlamalarının - 80 den fazla kişinin ölümüne sebep olan son büyük grizu patlaması 1948 de olmuştur. - Gözönüne alınması ve dolayısıyla, imalâtın plânlı bir şekilde yapılması pek lüzumlu bulunmaktadır. Ayakların tahkimatında, başlıkları çelik veya ağaç olan çelik dikmelerin kullanılması git-

tiğe taammüm etmektedir. Büyük kısmı kenet yüzüklü olan dikmeler (**Klemmringstempel**), Lizens'de, Herman Schwarz K. G. Watterscheid, Yugoslavya atölyelerinde imal edilmektedirler. Kömürün istihsali, 200 m.ye kadar uzunlukta olan ayaklarda, kömürün **potkabaçlanması**, dinamik ve halen modern makinelerin kullanılmasıyla yapılmaktadır. Kömürün naklinde, yerli mamulâtı olan **türmkh sevediciler (Kratzförderer)** kullanılmaktadır. Sırbistan kömür ocaklarındaki damarlar 8 metreye kadar kalınlığı haiz olup; bunlar, ekseriyetle **genişliğine imalât (Querbau)** usulüyle işletilmektedirler. Bunda tam imlâ da yapılmaktadır ki, bu da istihsal maliyetlerini arttırmaktadır. Yugoslavya taşkömürü ocaklarının direk istihlâki, çelik dikmelerin kullanılmasından evvel, 1955 senesinde dahi 43,7 fm/1000 t. idi; son senelerde ise gittikçe azalarak, 1958 de 37,5 fm/1000 t., 1959 senesinde ise 36,2 fm/1000 t. a inebilmiştir.

### ESMER KÖMÜRLER

Yugoslavya'nın esmer kömür yataklarının kâffesi tersiyerde teşekkül etmişlerdir. En önemli kömür yataklarını ihtiva eden tabakalar OLİGOSEN veya OLİGO-MİOSEN yaşmdadırlar. Bununla beraber, **Eosen** yaşında ve istihsali ehemmiyetsiz olan **Dalmaçya**, daki Drnis ocağı gibi, daha eski jeolojik tabakalarda bulunan yataklar da vardır. Esmer kömür yatakları da, taşkömürü yataklarına nazaran daha genç jeolojik formasyonlara ait olmalarına rağmen, kuvvetli tektonik etkilere maruz kalmışlardır: Bu durum, bilhassa **Batı Hırvatistan ve Slovakya** zuhuratında görülmektedir. **Bosna'daki** zuhurat, bu bakımdan pek daha elverişli durumdadır. Takriben 1 milyon tonluk rezervleri haiz, **Zenica, Kakanj, Briza ve Banovici** ocaklarını ihtiva eden en mühim yataklar merkezi Bosna havzasında bulunmaktadırlar. **Zenica, Kakanj, Breza** ocaklarında, kalınlıkları 2,5 ilâ 5 m. arasında değişen 3 damar işletilmektedir. **Banovici** ocağında kalınlığı 18 m. olan bir damar, kısmen açık ve kısmen yeraltı işletmesiyle işletilmekte olup, istihsalinin % 65 i açık işletmeden elde edilmektedir. Örtü arazisinin kalınlığı 60 m. den az olan yerlerde, örtü tabakalarının, kömürü evvelce alınmış olan kısımlara doğrudan doğruya aktarılması usulü kullanılmaktadır. Bu hususta, ileriye doğru hareket eden, kap istiaplari 9 m<sup>3</sup>, kol uzunluğu 60 m. olan kaplı kazı **Baggerleri (Sihürfkübelbagger)** kullanılmaktadır. Molozların naklinde, damperli yük kamyonları kullanılmaktadır.

Kepçeli baggerlerle (**Löffelbagger**) elde edilen kömürler ise, raylar üzerinde müteharrik vasıtalarla nakledilmektedir. Yeraltı işletmesinde, kalınlıkları 2,5 m. olan tabakalarda, uzunluğu 150 m. ye kadar olan **Ayak Alma (Strebbau)** usulü kısa bir zaman evvel kullanılmaya başlanmıştır. İmalât, son zamanda Hamscheidt usulüne göre hidrolik iksa da yapılmak suretiyle, yukarıdan aşağıya ve geriye doğru yapılmaktadır. Bosna'nın diğer esmer kömür yataklarında da, bu güne kadar tatbik edilmiş olan sutunlu göçertme usulünün (**Pfeilerbranchbau**) yerine yavaş yavaş ayak alma usulü kaim olmaktadır.

Slovakya'mn en önemli kömür yatakları Sava havzasında bulunmakta olup; burada, 150 seneden fazla bir zamandan beri, **Trbovlji, Zagorje, Hratstnik, Senovo** ocakları ve diğerleri, 25 m. kalınlıktaki bir daman işletmektedirler. Senklinal şeklinde bulunan ve tektonik etkilerden dolayı fazla yarıklanmış olan bu yatak, bazı yerlerde, bilhassa havza kenarlarında dik yatımları haizdir. Bu uçaklardaki işletme, 1936 senesinden beri ayak usulü ile veya genişliğine usul ile yapılmıştır. İkinci Dünya harbinden sonra ise, 3 ilâ 4 m. kalınlığı haiz ufki dilimlerde münhasıran ayak alma usulü tatbik edilmiştir. Muhtelif dilimler birbirini takiben aşağıdan yukarıya veya yukarıdan aşağıya işletilmekte olup, buna göre tavanda ya kömür veya imlâ bulunmaktadır. Göçertmeli imalatta ise (**Bruchbau**), yalnız yukarıdan aşağıya doğru sıraya göre hareket edilmesi tabiidir. Buna mukabil, aşağıdan yukarıya doğru yapılacak imalâta ise, iyice sıkışmış ve dayanıklı bir imlâyâ lüzum vardır. Ayağın uzunluğu, bulunduğu yerin yataklanma şartlarına göre tâyin edilmekle beraber 200 m. yi aşmamaktadır. İşletmenin, burada dahi geriye doğru imalât şeklinde olması kayda şayandır. Esmer kömür ocaklarındaki ayakların tahkimatında da, direğin yerini halen çelik almıştır. Bununla beraber, ekseriyetle yine direk başlıklı çelik dikmelerle tahkimat yapılmaktadır. Dikme kesafeti, m<sup>2</sup>.başına 1, 3 ilâ 1,5 dikmedir. Kömür, ekseriyetle lâğım atılmak ve nadiren bu işle beraber potkapaçlama da yapılmak suretiyle elde edilmektedir. Gelecekte, dikmelerden ârî baca alınları ihdası suretille istihsal makmaları kullanılmasının kolaylaştırılması gerekmektedir. Yugoslavya esmer kömür ocaklarındaki direk istihsali, halen dahi oldukça yüksektir. Bununla beraber, çelik tahkimatın yapılmasından beri, istihlâk miktarı 1955 senesinde 36 fm/1000 t. iken 1958 se-

nesinde 31 fm/1000 t. a ve 1959 senesinde de 29 fm/1000 t. a inmiştir. Bununla beraber, direk istihlâkinin istihsal maliyetlerindeki payı halen dahi yüksektir .

İşletme randımanı, taşkömürü ocaklarına nazaran esmer kömür ocaklarında daha yüksektir. Esmer kömür ocaklarında 1958 senesinde ortalama 34 t./vardiya adam, bir randıman elde edilmiştir. Bununla beraber, iyi makinalaşmış bir kaç ocakta 10 t/va. lık randımanların da elde edilmiş olduğu kayda değer bulunmaktadır. Ruhr havzasıyla kıyas edilirse, bu randımanlar düşüktür. Bununla beraber, Yugoslavya'nın esmer kömür ocaklarındaki işletme güçlükleri ve bu ocaklarda şimdilik istihsal makinaları kullanılmasının da mümkün olmadığı göz önüne alınırsa, mezkûr randımanların yine oldukça önemli oldukları görülmür.

Taşkömürü yataklarında olduğu gibi esmer kömür yataklarında da, jeolojik ve tektonik etkilere göre kömürlerin kalitesi pek mütehavvil bulunmaktadır. Yugoslavya esmer kömürlerinin ısı değeri, 3200 ilâ 5000 Kcal/Kg. arasında bulunmaktadır. Kükürt tönörü ekseriyetle az olmakla beraber, kül ve rutubet muhtevaları yüksek, % 30 a kadar çıkmaktadır. Muhtelif ocaklarda değişik sayıda kabili imal kömür damarları bulunmaktadır. Meselâ Slovakya'da Hava havzasında yalnız kaim bir damarın işletildiği ocaklar bulunduğu gibi, diğer yerlerde müteaddit damarların işletildiği ocaklar da vardır. Tabakaların yatımı, ekseriyetle 15 ilâ 30 grad arasında değildir. Sava havzasında, bazı yerlerde 100 grada kadar yatımı haiz bir damar da işletilmektedir.

### LİNYİT KÖMÜRLERİ

Linyit kömürü yatakları, Yugoslavya kömür rezervlerinin miktar bakımından en büyük kısmını ihtiva etmektedir. Bu yataklar, jeolojik yaşlarına göre ÜST MİOSEN veya ALT PLİOSEN'e ait bulunmaktadırlar. Sırbistan ve Bosna'daki linyit zuhurâtı, ekonomik bakımdan en önemli olanlarıdır. Harp sonrası senelerinde, Kosova havzasında 6 milyon ton, Kolobara'da 2 milyon ton ve Mlava havzasında 1,5 milyar tonluk rezervler meydana çıkarılmıştır. Bosna'daki 4 milyar tonluk **Kreka havzası** ve Slovakya'daki 600 milyon tonluk yataklar da daha az ehemmiyetli değildirler. Linyit-2ülürlerinin tektonik durumu "mu"ç"oT sadedir. Bazı yatakların az derin olması, istihsalın açık işletme ile yapılmasını

mümkün kılmaktadır. Halen **Kolobara'da** açılmış olan açık bir işletmeden, senede 2 milyon ton istihsal yapılabilecektir. Burada, az bir derinlikte bulunan ve kalınlıkları tutarı 10 m.den iki linyit damarı işletilecektir. Açık hava işletmesi için önemli olan, örtü arazisinin kömür kalınlığına olan  $D: K = 2$  nispeti pek müsait bulunmaktadır.  $D: K$  nispetinin daha fazla olduğu yerlerde, bu yatakların bir kısmı (Örterpfeilerbau) usulü ile ve tranşlar halinde. Amerikan Continaus Mimer makinaları ile işletileceklerdir. Bu işletme usulünde zayıf % 50 yi bulmakta ise de; bu husus, yatağın rezervleri büyük ve ayrıca linyitin istihsalı de ucuza mal olduğundan, kafi bir mahiyet arz etmektedir. **Mlava** havzasında da, **Kolubara** havzasındaki müşabih olarak, yâni açık hava işletmesiyle çalışılmakta ve lâkin yeraltı işletmesi yapılmamaktadır. **Kostañaç'da**, kalınlıkları 12 ilâ 18 m, arasında olan üç damar işletilmektedir. **Kosova** havzasında, kalınlığı 40 m. den fâzla ve fakat kömürü kötü olan bir damarda açık işletme ve yeraltı işletmesi yapılmaktadır. **Bosna (Kreka havzası)** ve **(Slovakya'da** damarlar derinde olduklarından, açık hava işletmesinin yapılması iktisadî değildir. **Valanj'de** olduğu gibi 100 m.ye kadar kalınlıkta damarları ihtiva eden bu ocaklardaki işletme, 6 ilâ 7,5 m.lik dilimlere ayırmak, geriye doğru göçertmeli ayak usulünü tatbik etmek suretiyle yapılmaktadır.

Son senelerde, kaim linyit damarlarının işletilmesinde iyi neticeler vermiş olan özel bir işletme usulü teessüs etmiştir. Ayaklamadaki çelik tahkimatında kullanılan, tabak şeklindeki başlıkların da bilhassa iyi neticeler vermiş olmaları kayda şayandır. Bundan dolayı, linyit ocaklarındaki direk istihlâki de düşüktür. **Randıman**, esmer kömür ocaklarına nazaran takriben % 30 fazladır.

Linyit kömürleri de, muhtelif yataklarda pek farklı özellikler göstermektedirler. Ekseriyetle, % 50 ye kadar çıkan kül ve rutubet muhtevaları göstermektedirler; ısı değerleri, 2000 ilâ 3200 Kcal/Kg. arasında değişmektedir. **Kreka** ve **Plevlje** kömürleri en yüksek ısı değerini haizdirler. Isı değerlerinin düşük olmasından dolayı, linyit kömürlerinin mütehlike kadar büyük mesafelere nakli gayri iktisadî bulunmaktadır. Bundan dolayı, bu kömürlerin mahallinde kıymetlendirilmesi veya kurutmak suretiyle ısı değerlerinin artırılması uygun bulunmuştur. Bu sebepten dolayı, son zamanlarda, bazı ocak sahalarının



Sene	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1939
Taşkömürü	988	1134	1232	1227	1208	1298	1401 (*)
Esmer kömür	7100	7682	8442	8525	8377	9122	4312
Linyit kömürü	5575	6388	7427	8255	9401	10687	1310
Y o k u n	13663	15204	17101	18007	18986	21107	7032

(\*) Rasa ocağının istihsali dahildir.

da termik enerji tesisleri kurulmuştur. Ayrıca, kurutma, gaz çıkartma ve kıymelendirme tesisleri kurulmaya veya kurulmaları plânlaşmış bulunmaktadır.

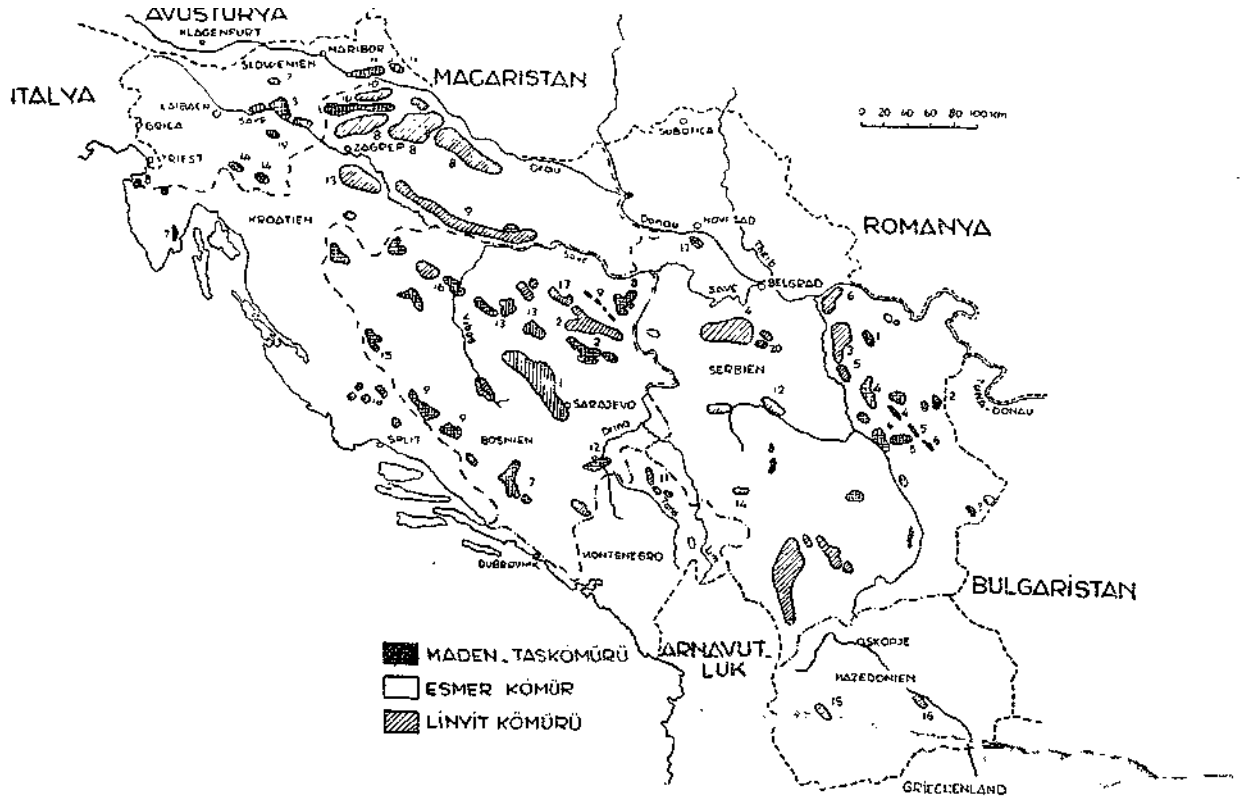
### Kömür istihsalinin inkişafı:

Evvelce söylendiği gibi, İkinci Dünya Harbinden evvel kömür istihsali pek azdı. Harpten sonra endüstrinin seri inkişafı, bu istihsali çabuk arttırmıştır. Muhtelif kömür cinslerinin son senelerdeki istihsal miktarları (1000 ton olarak) aşağıdaki tabloda görüldüğü gibidir:

Muhtelif cins kömürlerin istihsalinde görülen intizamsız yükselişlerin sebepleri, işletme şartlarına göre inkişaf imkânlarının farklı olmasından ileri gelmektedir. Az derinde bulunmaları ve açık işletmeye elverişli bulunmalarından linyit damarları en elverişli şartları haizdirler. Bu yüzden linyit kömürü

istihsali umumî istihsalde gittikçe büyük bir pay almakta, bu da vasatı ısı değerinin azalmasını mucip olmaktadır. Genel istihsalin ortalama ısı değeri 1939 da 4000 iken, 1959 senesinde 3400 Kcal/Kg. olmuştur. İstihsal, 1939 a kıyasen, miktar itibariyle % 168, buna karşılık ısı değerine göre ise ancak % 12 artabilmiştir.

Yukarıdaki mülahazalardan şu netice çıkarılabilir ki; Yugoslavya nispeten büyük kömür rezervlerine malik ise de, bunların büyük kısmı ısı değeri düşük olan kömürlerdir. Bu da, istihsal edilen kömürlerin ortalama ısı değerlerinin gittikçe düşmesini mucip olmaktadır. Taşkömürü ve esmer kömür yataklarının arızalı olması işletmeyi çok güçleştirmekte; buna mukabil linyit yataklarının büyük kısmı, istihsalin süratle artmasına elverişli yataklanma şartlarını haiz bulunmaktadır.



**RUSYA KÖMÜR HAVZALARINDA BAZI YERALTI KÖMÜR  
DAMARLARINDA KÖMÜRÜN HİDROLİK  
SİSTEMLE ELDE EDİLMESİ**

tercüme (\*): T. ATAMAN

(\*) Almanca'dan.

**Sistemin tatbik edildiği ocak:** Tyrganskie Uklony yeraltında basınçlı su ile kömürün kazılması, nakli ve ihracı ile yıkanması ameliyeleri bir kül olarak tatbik edilmektedir. Ameliyeler sırasile şöyledir:

- 1 — Basınçlı su ile kömürün gevşetilmesi ve kazılması
- 2 — Kazılmış kömürün yeraltında su ile nakli
- 3 — Kömürün 3 % ye kırılması
- 4 — Su-Kömür tozu karışımının sürfasa tulumba ile basılması
- 5 — Sürfasta ince kömürün yıkanması
- 6 — Suların ana kuyularla yeraltına tekrar şevki.

Tazyikli su tatbiki ile gevşetilen ayak alını kömürleri, husussi bir şekilde alma fırlatılan suyun darbesile kazılmaktadır. Taban taşı üzerine yıkılan kazılmış kömür, damarın 40° den daha meyilli olması hesabına fırlatılan sularla birlikte ayak dibi kılavuzuna inmektedir. Ordan da yine aynı suların tesirile iniş aşağı sürüklenen kömürler bir yeraltı kırıcısında 3 % ye kırılmakta ve çıkan su + ince kömür karışımı hususi tulumbarlarla sürfastaki lavvara sevkedilmektedir. Lavvarda yıkanan kömür sulardan ayrılmakta ve durultulan sular (dinlendirme havuzlarında) tekrar yeraltına şakulî kuyulardan inen borularla sevkedilmektedir. Bu suretle sular şu devreyi ikmal etmektedir: Yüksek basınçlı tulumba-Kömür-alm-Kırıcı-Kömür tulumbası-Lavvar ve yine yeraltındaki yüksek basınçlı tulumba.

Bu kapalı devrenin (Kömür alm-Kırıcı-Kömür tulumbası-Lavvar) kısmında su, alında kazılmış olduğu kömür ile beraberdir.

Ayakta, alında kazılmış olan kömürün su ile kolaylıkla aşağı kayabilmesi için damar meylinin fazlaca olması ( $a > 40^\circ$ ) icabeder. Bu suretle dik ve yan dik damarlarda ve tavan - tavan şartlarının müsait olduğu yerlerde ancak bu usul tatbik edilebilir. Ayaktan bir sel gibi akan (Su + kömür parçaları) ka-

rışımı, ayak dibinde bir olukta toplanarak ordan bir çekiçli kırıcıya sevk edilmekte ve oradan da kömür tulumbasına iletilmektedir. Ordan yukarıya basılan su + kömür tozu karışımı lavvarda **jigler** içinde yıkanmaktadır. İnce yıkanmış kömürlerin suyu santrifüj kurutuculardan geçirilerek ayrılmaktadır.

Bu usulün tatbik edildiği damarlar:

- 1 — Damar (ayak boyu : 6 - 24 metre  
( $a = 65^\circ$ )
- 2 — Damar (ayak boyu) : 6 - 7 metre  
( $a = 50^\circ - 60^\circ$ )

1952-1953 senelerinde, tahkimat yapılmadan ve ayak içine adam sokmadan, hidrolik usulle 4-6 metrelik ayaklarda elde edilen neticelerde kömür kaybı % 16.8 dir. 1954 de 7-16 metrelik ayaklar aynı metodla çalışılmış olup % 31.4 kömür kaybı vaki olmuştur. 1952, 1953 ve 1954 yıllarının vasati kömür kaybı aynı ocak için vasati % 25 olmuştur. Ayak boyu arttırıldıkça kayıpta artmaktadır.

1955 yılında 7-8 metrelik kat arası ile (ayak boyu) kömür su ile kazılarak 3 % ye kırılmakta idi.

**Tavan kontroluna gelince:** Hiç tahkim edilmek lüzumu hissedilmeden ayak alını süratle ilerlemekte ve tavan taşı bozulmaya fırsat bulmadan kazı devam etmektedir. Ancak gerilerde tavan kırılıp kendiliğinden açıklığı doldurmaktadır.

**Böyle bir ayakta :**

Dakikada 2-3 ton kömür ayak dibine ve ordan da kırıcıya sevkedilmektedir.

Su sarfiyatı ise: 250-270 m<sup>3</sup>/saat.

4 - 4,5 m<sup>3</sup>/dak. civarındadır.

Moschtsckuyj damarında 30 atm. basınçlı su ile kömür gevşetilmekte ve bilhassa kazılmakta idi. Georelyj damarı, daha yumuşak olduğu için böyle bir önceden gevşetmiye lüzum göstermedi. Sadece su darbesi ile kömür kazılabildi.