

LİNYİT KÖMÜRLERİNDEN DUMANSIZ YAKIT YAPILMASI VE BUNUN TÜRKİYE EKONOMİSİNE ETKİSİ

Gürbüz FINDIKGİL(*)

Özet :

Dumansız yakıt çalışmaları bilhassa son iki sene zarfında yoğunlaştırılmış, ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi ile T.K.I. nin işbirliği neticesinde yeni bir metod geliştirilmiş bulunmaktadır. Ru metodun esası, parça kömürün parça durumunun konserve edilip (prosedür esnasında fazla parçalanmasına manii olacak şekilde) gazının alınarak alçak sühnette dumansız kok (sömi-kok) elde edilmesidir.

Yapılan laboratuvar ve pilot tecrübeleri detaylı olarak anlatılmış, meydana getirilen prosesin teorisi tartışılmış ve kurulabilecek ilk tesis hakkında geniş malûmat verilmiştir. Son olarak dumansız yakıtın memleket ekonomisi ve halk sağlığı bakımından önemi üzerinde durulmuştur.

1. Giriş :

1.1. Dumansız yakıtın tanımı :

Büyük şehir havalarının, sakinlerinin sağlığını tehdit edecek seviyeye çıkan kirliliği, fazla miktarda linyit kömürünün ve diğer duman veren yakıtların teshinde kullanılması ile ilgili bulunmaktadır. Uçucu madde yüzdesi yüksek olması, çoğu zaman tam bir yanmaya uğramadan bacaları terkeden katran ve ağır yağ gibi bakiye unsurlara sahip oluşu, kükürt dioksit gibi zehirli yanma mahsulü yaratması ve nihayet yanmanın karbon partiküllerini duman ile etrafa yayması, kullanılan linyitin kirlenmedeki rolünü yaratan unsurlardır.

Bu sebeple yapılan çalışmalar yukarıda işaret olunan mahzurlardan uzak bir yakıtın temini yolunda olmuştur. «Dumansız yakıt» olarak vasıflandırdığımız bu yakıtın, mevcut tesislerde (soba ve kaloriferler) ancak yanmayı mümkün kılacak kadar bir uçucu madde ile mümkünse hiç mesabesinde kükürt ve katran nevinden ağır yağlara sahip olması gerekmektedir.

Linyit kömürleri karakter itibarıyla taş kömürlerinden farklı olduklarından, umumiyetle uzun zaman hava ile temas edince parçalanmakta ve toz haline gelmektedirler. Bu sebepten memleketimizdeki linyit yataklarını linyit ile değerlendirememekte ve dolayısıyla ekonomide büyük etkisi olacak linyitten lüzumu kadar istifade edilememektedir.

Dumansız yakıt haline getirilmiş olan linyit kömürleri bilâhare parçalanma vasfını kaybettiğinden ve içindeki yüksek nisbetteki su da alınmış olduğundan memleket ekonomisinde büyük rol oynayacaktır. Ayrıca, endüstride

(*) T.K.I. Genel Müdür Muavini, Ankara

ve çelik sanayiinde kullanılması icabeden ve zaten miktarı az olan kokun ısı alanında yerini alacak ve bu şekilde kok da lüzumlu olan yerlerde kullanılabilir. Bundan başka linyitlerin doğrudan doğruya yakıldığı zaman ısı randımanlarının çok düşük olduğunu ve bilhassa çıkan gazların havayı kirletmesiyle insan sıhhatine zararlar tevhit ettiğini de burada zikretmek doğru olur.

1.2. Yakıtların dumansız hale getirilmeleri :

Yakıtların dumanlarından korunma veya dumansız hale getirilmeleri çeşitli şekillerde mümkündür. Bunların en önemlileri şunlardır :

- a) Kömürün bizatihi dumansız hale getirilmesi,
- b) Linyitlerin gazifiye edilerek, elde edilen gazın teshinde kullanılması,
- c) Merkezi teshin,
- d) Kömür yakıtlarım yüzde yüze yakın bir nisbette yakmayı temin eden sobaların ve kazanların inkişafı,
- e) Bacalara duman alıcılar ve süzgeçlerin konması.

Bizler çalışmalarımızda doğrudan doğruya kömürün dumansız hale getirilmesini hedef tuttuk ve kanaatimizce diğer usuller hem pahalı ve hem de bu kadar rasyonel değildir.

1.3. Dumansız yakıt İtsin yapılmış olan çalışmalar :

Memleketimizdeki dumansız yakıt problemi bütün dünya memleketlerinin bir çoğunda mevcuttur. Bu problemin halli, hava kirlenmesine mani olmayı ve linyitlerden azami istifade etmeyi hedef tutmaktadır.

Bu mevzuda uzun zamandan beri çalışılmakta olup, bazı memleketlerde metodlar inkişaf ettirilmiş ve tesisler kurulmuştur. Maden kömürü ve diğer yüksek kaliteli yakıtları zengin bulunan memleketler bu çalışmalar üzerinde durmamış ve durma ihtiyacını hissetmemiştir.

Bizler evvelce Türkiye'den gönderilen numunelere ile yabancı memleketler-yapılmış olan denemelerin neticelerini etüd ettik ve ona göre kendimize bir istikamet verdik. Esas itibariyle yapılan denemeler iki sistem üzerinde toplanıyordu, bunlardan birisi toz linyiti kuruttuktan sonra gazının alınması ve sonunda briket haline getirilmesi ve diğeri ise parça linyitin suyunun alınması ve parça halinin konserve edilmesi ve neticede gazının alınmasıdır. Daha önce yapılan tecrübelerde birinci sistem pahalı olması ve yapıştırıcı maddeye ihtiyaç göstermesi yüzünden kabul edilmemiş, ikinci sistem ise kullanılan usuller dolayısıyla neticede ince tane ve toz miktarı fazla olduğundan uygun bulunmamıştır. Bu suretle bir müddet için bu tip çalışmalara nihayet verilmiştir.

Ankara Orta Doğu Teknik Üniversitesinde Kimya Mühendisliği Bölümünde vazifeli bulunan Prof. Dr. - Ing. E. Weingaerther memleketimizin mühim olan bu ihtiyacını görmüş ve öğrencilerine muhtelif tezlerle bu sahada ara-malar yaptırmıştır. Kendisi kömür teknolojisinde büyük tecrübeye sahip olduğundan birçok yeni fikirleri (haddizatında bu fikirler kısmen eskiden de malûmdu) ortaya koyarak çalışmalarda bulunmuştur. Yapılan etüdlere değeri takdir eden TKİ Kurumu Prof. Weingaertner ile işbirliği yapıp, uygun metodu ortaya çıkarmış, lâboratuvar tecrübelerinden de ileri giderek pilot te-

sisleri kurmuş ve neticede memleket için faydalı ve istifade edilir bir duman-sız yakıt elde etmiştir.

Weingaertner'in inkişaf ettirdiği usul, parça kömür konserve edilmesi ve dumansız hale getirilmesidir.

Bu .meyanda MTA Enstitüsünün çalışmalarından da bahsetmek yerinde olur.

MTA Enstitüsü uzun zamandan beri birinci usulde, yani toz kömürün kurutulması, koklaştırılması ve katıksız olarak yapıştınlalarak briketleştirilmesi istikametinde çalışmaları yapmaktadır. Yapılan lâboratuvar denemeleri iyi netice vermiş olup, halen pilot tesisin kurulması üzerinde çalışılmaktadır. Bu tesisin dövize ihtiyacı olduğundan, dış memleketlerden temini uzun sürmüş, bu sebepten halihazırda lüzumlu parçalar ancak sipariş durumuna getirilebilmiştir. Muvaffakiyet vadeden bu usulün neticesinin alınması ve tesisin kurulması asgarî 5 seneye ihtiyaç gösterecektir.

2. Linyit kömürlerinin optimal bir ısıtma prosesi ile su, gaz ve katranının alınması ve bunlarla ilgili çalışmalar :

2.1. Prosesin Teorisi :

Yukarıda da belirtildiği gibi, hedef linyit kömürlerinin parçalanmaya mahal vermeyen bir ısıtma ile su, gaz ve katranının alınması olduğu için, bu ısıtma prosesi esnasında meydana gelen diğer yan fenomenleri daha detaylı etüd etmek zarureti hasıl olmuştur.

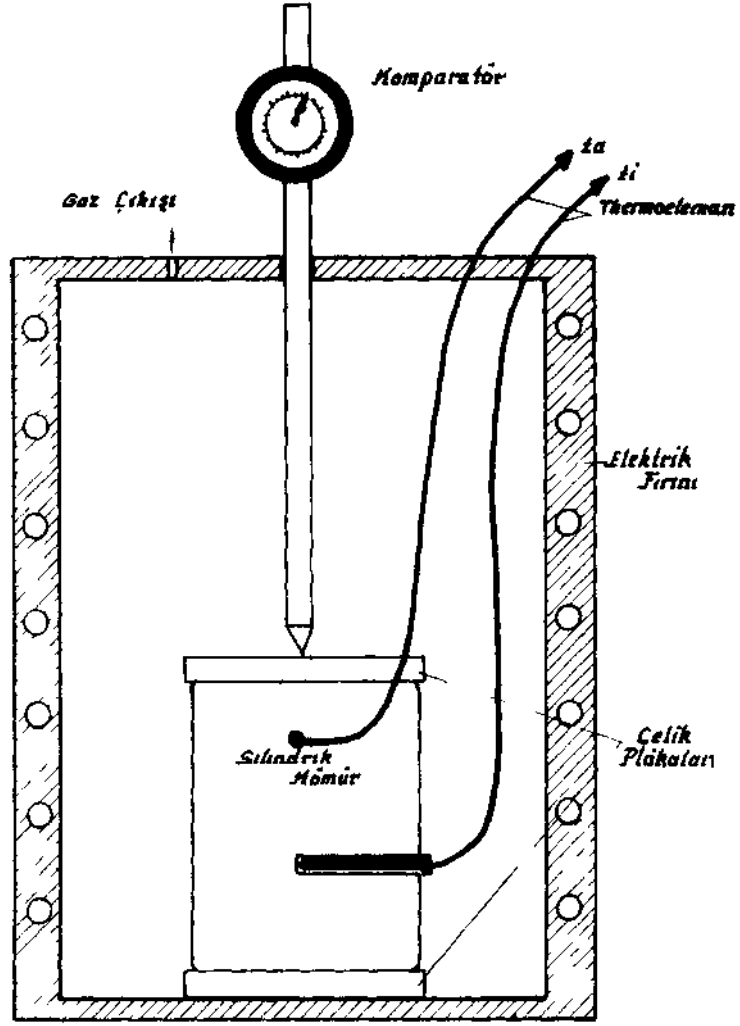
Acaba kömür kururken ve gazı alınırken neden parçalanıyor, içinde ne gibi kimyasal veya fiziksel değişiklikler meydana geliyor? Bu hakikati ortaya çıkarmak, problemin haline büyük katkıda bulunacağından evvelâ kömürün kururken yapraklanıp, parçalanması hadisesi uzun zaman etüd edilmiş ve bu hadiseyi bir deneyle tekrarlamak usulü düşünülmüştür. Netice olarak aşağıda belirtilen sistemle bu olay etüd edilmiştir.

incelenecek kömür, silindirik bir şekilde kesilerek şekil l'de gösterilen alet içinde denemelere tabi tutulmuştur. Isı, elektrik fırını vasıtası ile yükseltilirken, kömürün içine ve yüzeyine yakın bir yere yerleştirilen thermoelemanlar vasıtasıyla iç ve dış sıcaklıklar ölçülmektedir. Ayrıca, kömürün linear genişleme ve 'büzülmesi bütün ısıtma periyodu süresince bir komparatör yardımıyla takip edilmektedir.

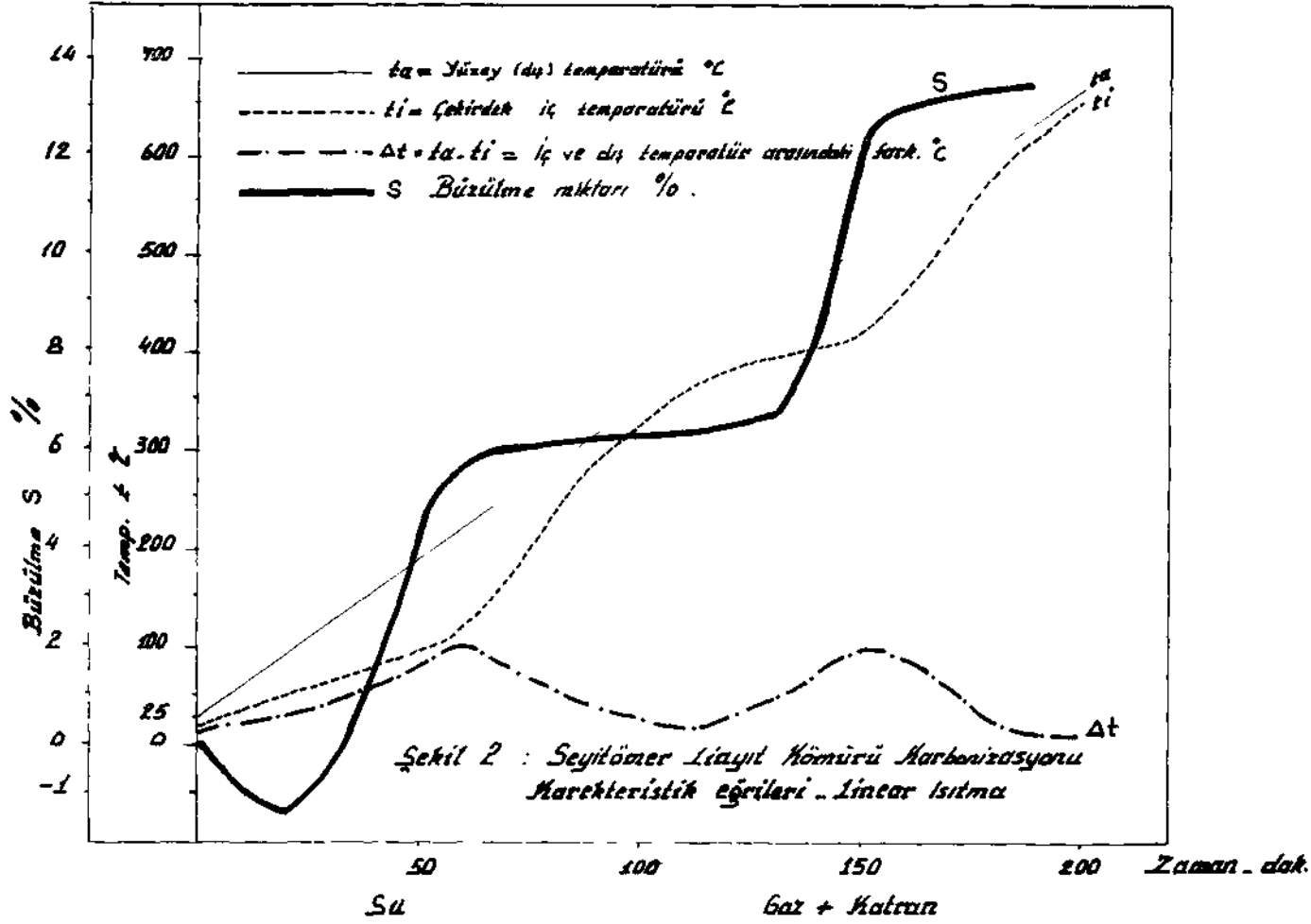
Alınan neticeler diagram halinde şekil 2'de gösterilmiştir. Ordinat, sıcaklık (C) büzülmesi (%), abscissa ise zamanı (dak.) ihtiva etmektedir.

Fırının sıcaklığı linear olarak arttırılmaktadır. Bu ısı, kömür silindirin yüzey sıcaklığı olan (t_a) ile aynıdır, (t_i), kömürün içindeki sıcaklıktır. Diagramdan (t_i) nin (t_a) ya nazaran bir parça geride kaldığı bariz bir şekilde görülmektedir. Bu, iç kısımda meydana gelen buharlaşma nedeniyle ısının düşmesinden ileri gelmektedir.

iç ve dış sıcaklık arasındaki fark olan $t = t_a - t_i$ zamana karşı taşınıldığı takdirde, bunun iki maksimal ekstrem noktadan geçtiği bulunur, iç sıcaklığın dış sıcaklığı bu kadar geriden takip etmesi ve ikisi arasındaki



Şekil 1 Linyit kömürlerinin koklaşma özelliklerinin tesbitinde kullanılan alet



farkın daimi değişerek extrem değerler alması, kömürün iç kısmı ile dış kısmı arasında birbirine aksi istikamette olan gerilimlerin meydana gelmesine ve dolayısıyla kömürün parçalanmasına sebebiyet verir.

Kömür silindirin ısıtma esnasındaki büzülmesi + S, ve dilatasyonu — S ile gösterilmiştir. Bu eğri incelenince, ısıtmanın ilk anlarında bir genişlemenin meydana geldiği ve daha sonra bunun bir büzülme hareketine dönüştüğü görülmektedir. İlk anda meydana gelen bu genişleme çok hızlı olduğu takdirde daha başlangıçta bir parçalanma husule gelebilir. Ayrıca büzülme hızının kurutma ile gaz ve katran alma zonlarında oldukça büyük olduğu müşahade edilmektedir. Bu iki zon arasındaki kısımda büzülme oldukça yavaşlamaktadır.

Netice olarak kömürün ısıtma prosesi esnasındaki parçalanmasının sebebinin iç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark olduğu görülür. Büzülme hızının yüksek olduğu zonlarda ısıtma hızını düşürerek parçalanma minimuma indirilebilir. Modifiye edilmiş ısıtma dediğimiz bu tip bir ısıtmada ta, t'i'ye paralel gitmektedir, t küçük ve sabittir.

2.1.1. Yukarıdaki teorinin hakikate uygun olduğunun kurutma ve karbonizasyon deneyleri ile teyidi :

Uzun çalışmalar ve denemeler neticesinde, yukarıdaki teorinin doğru olduğu anlaşılmıştır.

Kurmuş olduğumuz kurutma pilot tesisinde sıcaklık ve rutubet faktörlerini değiştirmek suretiyle muhtelif kömürler üzerinde birçok denemeler yapılmış olup, kömürlerin karakterlerine uygun kurutma şartları tesbit edilmiştir.

Gerek sıcaklık ve gerekse rutubetin büyük bir rol oynamakta olduğu, kömürün parçalanmasına mani olmak için yavaş, aşağı sıcaklıkta ve muayyen rutubetli havayla kurutmak icabettiği hakikatlerine varılmıştır.

Kurutmadan sonra karbonizasyon deneyleri Fischer - Retortesinde ve bilâhare pilot tesisinde yapılmış ve orada da ısıtma şeklinin mühim rol oynadığı tesbit edilmiştir. Bilhassa karbonizasyonda başlangıçta kritik noktaya gelinceye kadar süratle ısıtılma ve bilâhare yavaşlatma suretiyle iyi neticeler alındığı ortaya çıkmıştır.

2.2. 'Seyitömer kömüründen dumansız kok elde edilmesi! :

Denemelerden sonra ve evvelâ hangi kömür üzerinde durularak pilot tecrübelerinin yapılması düşünüldü ve Alman Linyitlerine en yakın karakterde olan, üretim bakımından da müsait olan, Seyitömer linyit yataklarından istifade edilmesi öngörüldü. Bu kararda, Seyitömer kömürünün ince fraksiyonları gerek Azot Sanayiinde ve gerekse de Elektrik Santralında sarfedilebileceğinden, parça kömürün konserve edilmesi esası kabul edildi. Diğer linyit yataklarımızda toz kömürü satış bakımından mühim problem olduğundan ilk denemelerde tercih edildi.

3.2.1. Seyitömer kömürünün evsafi :

Seyitömer'den halka verilen parça kömürün (+ 100 mm) evsafi geçmiş yıllara göre incelendiği takdirde şu ortalama değerler çıkmaktadır :

	Orijinal Kömür	Kuru Kömür
Su %	38 — 40	—
Kül %	12 — 15	20 — 24

Umumi olarak orijinal kömür külü % 12-15 ve kuru kömürdeki külde % 20-'24 oranında değinmektedir. Bazı hallerde orijinal kömürdeki kül miktarı % 6'ya kadar düşmektedir. Bu da iyi bir kriblaj tesisi ile kömürün külünün alçak tutulabileceği imkânını belirtmektedir.

ODTÜ'ne gönderilen ve üzerinde denemeler yapılan linyit kömürünün Proximat ve Ultimat analizleri Tablo l'de belirtilmiştir.

Tablo : 1. Seyitömer linyit kömürünün analizi

Proximat analizi (460° C'de)	Susuz Kömür	Orijinal Kömür (% 40 rutubet)
Kok + Kül %	62,6	37,6
Gaz %	14,2	8,5
Katran %	3,4	2,0
Reaksiyon suyu %	19,8	11,0
	100,0	60,0
Ultimat Analizi	Susuz Kömür	Kok
C %	55,20	70,80
H %	4,63	2,71
S %	2,42	1,69 (anor- ganik)
N %	1,03	0,83
O %	23,05	4,42
Kül%	13,67	19,95
	100,00	100,00
H ₂ O %	11,67	—
Yukarı ısı değeri (cal/kg kuru kömür)	5260	5730

2.2.2. Linyitin kurutulması ve alçak sühnette karbonizasyonuna ait genel bilgiler, ODTÜ'de yapılan deneylerin sonuçları :

Deneylerin gayesi büyük parçalı, sağlam ve dumansız, ucuz, iyi bir ev yakıt koku elde etmektir. Yukarıda evvelce bahsedilen metodlar bu gayeyi temin edemediği için yeni bir sistem İnkışaf ettirilmiştir. Üzerinde çalışılan linyitin içindeki su miktarı % 40'a kadardır ve tane büyüklüğü 8 -12 cm civarındadır. Bu tane büyüklüğündeki kömür özel bir şekilde % 15 H₂O miktarına kadar, aşağıda belirtilen ve mümkün olduğu kadar büyük parça halini muhafaza etmeyi sağlayan özel şartlar altında, kurutulur, ön kurutmaya tabi tutulmuş kömür takriben yine özel şartlar altında 420° -440° OUK nihai temperature kadar damıtılır, damıtma mahsulleri su, katran, hafif yağ ve gaz çökeltilir ve ayrılır veya özel işlenir, kok soğutulurak bilâhare eleme ile çeşitli fraksiyonlara ayrılır.

2.2.2.1. Linyitin kurutulması :

2.2.2.1.1. Pilot kurutma tesisi :

Bu tesis ODTÜ'de kendi imkânlarımızla yapılmış olup, detayları aşağıdadır :

«Koruyucu Kurutma» pilot tecrübelerinin proses şeması Şekil 3'de gösterilmiştir. Kurutma için gerekli hava bir elektrik motoru (a) vasıtası ile temin edilmekte, miktarı manometre (b) ile ölçülüp, bir klape (c) ile ayarlanmaktadır.

Elektrikli ısıtıcıdan (d) geçen hava istenen sıcaklığa geldikten sonra, iki atü'lük kuru buhar ile karıştırılmaktadır. Buhar miktarı bir valf (e) vasıtası ile régüle edilmektedir. Isıtılmış hava ile buharın tam olarak karıştırılabilmesi için bir siklon (f) kullanılmaktadır. Rutubetli ısınmış hava kömür akış istikametine ters olarak kurutucu fırını (g) aşağıdan yukarıya doğru katetmekte ve rutubeti artmış olarak bacadan (h) çıkmaktadır. Kuru kömür, kurutucu fırının altında bulunan 4 segmentten ibaret döner bir tromelin (i) her bir buçuk saatte 180° çevrilmesi suretiyle boşalmaktadır. İlişik 1 No. lu fotoğraf bu kurutma tesisini göstermektedir.

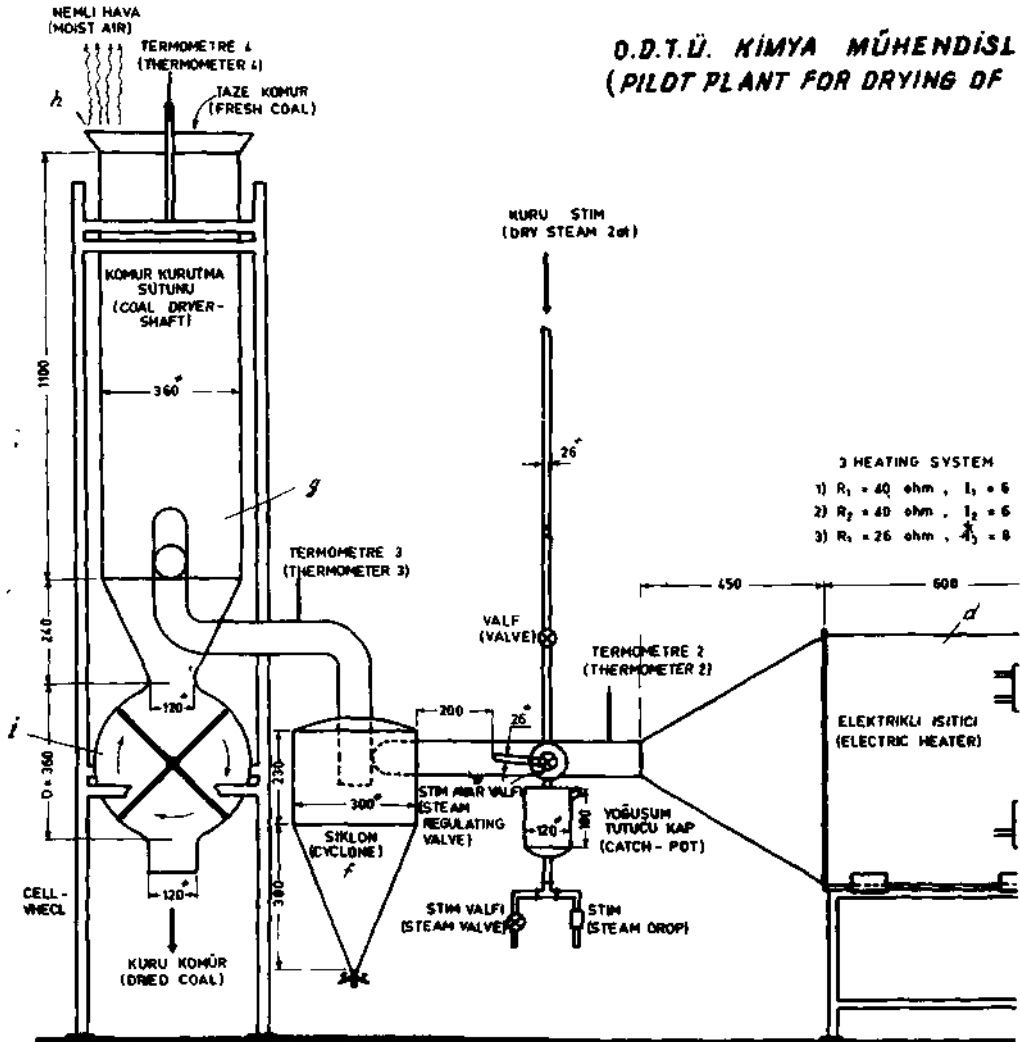


Fotoğraf 1 : Pilot kurutma tesisinin bir görünüşü

2.2.2.1.2. Kurutma tecrübeleri :

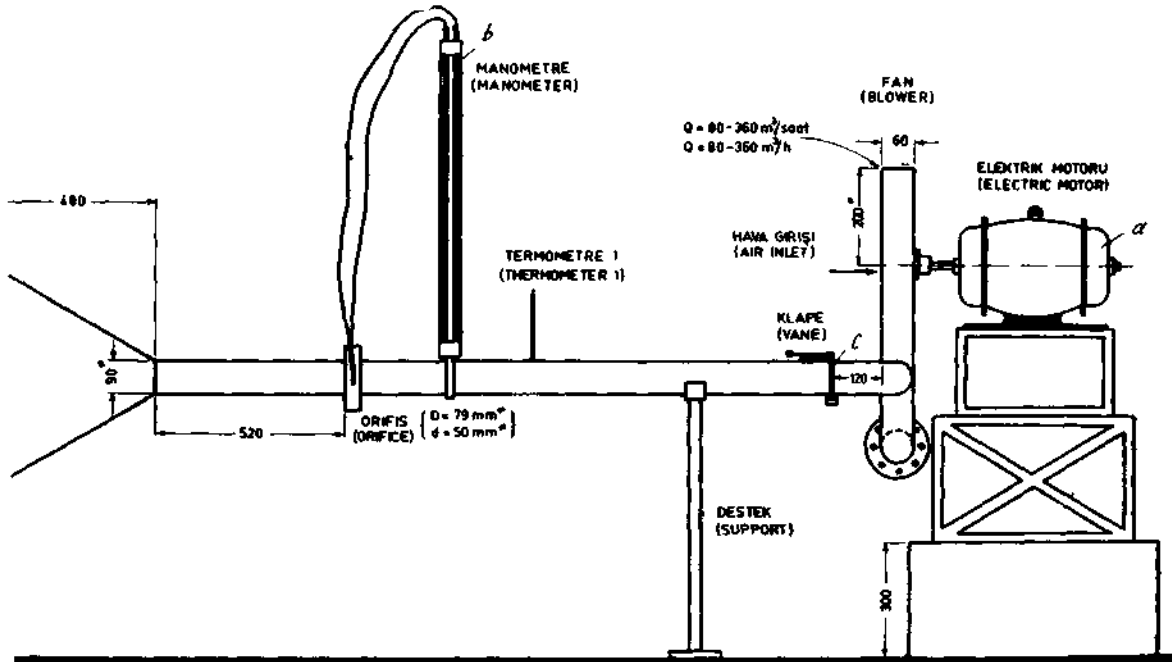
Bugüne kadar başka memleketlerde bu mevzuda belirteceğimiz esas dahilinde denemeler yapılmamıştır. Göz önünde tutulan en mühim faktör kömürün parçalanmasına imkân nisbetinde mani olmak ve kömürü parç a halde muhafaza edebilmektedir Kömürün rutubeti alınırken parçalanma sebepleri iyice incelenmiş ve günlerce kömür rutubetini kaybetme esnasında inüşahade

O.D.T.Ü. KİMYA MÜHENDİSLİĞİ
(PILOT PLANT FOR DRYING OF COAL)



**BÖLÜMÜNDE SEYİT ÖMER KÖMÜRLERİ KURUTMA ŞEMASI
SEYİT ÖMER LIGNITE M.E.T.U. DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING)**

(Ölçüler mm dir.)



Şekil : 3.

altında tutulmuştur. Suya aç bir hava veya gaz karışımı ile kömür kurutulduğu takdirde parçalanmanın fazla olduğu tesbit edilmiş, ve denemelerde İçinde bol miktarda rutubet bulunan hava ile kurutma yapılması esas kabul edilmiştir. Tabii kömür içinde geçen hava ve gazın sür'ati de mühim bir rol oynadığından bu faktör üzerinde de geniş çapta denemeler yapılmıştır.

2.3.3.1.3. Optimal Kurutma Şartları :

Yapılan deneyler neticesinde Seyitömer kömürünün, şayet Tablo 2 deki şartlar altında kurutulursa, parça büyüklüğünü muhafaza ettiği fakat kurutma sırasında toz haline gelmeksizin ağırlık kaybettiğinden büzülerek küçüldüğü müşahade edilmiştir.

Şimdi elde edilen en uygun neticeyi gözden geçirelim :

Kurutucunun girişinde kurutma gazı 65 - 75° C ısıya ve 42° C de doymuş olacak şekilde rölatif bir rutubete sahip olmalıdır (0, 050 kg H₂O/kg kuru hava). Linyit bu şartlar altında % 40 başlangıç su miktarından % 15 nihai su miktarına kadar kurutulmalıdır. Bu toplam rutubet suyunun % 72 - 75 nln buharlaştırılması ve aynı zamanda linyitin 65 - 75° C lik nihai temperature kadar ısıtılması gerektiği demek oluyor. Bunun için lüzumlu ısı miktarı kurutma gazı vasıtası ile getirilir; burada kurutma fırınının boyutları o şekilde seçilmelidir ki, kömürün kurutulması için 0. 30 m/san. den fazla linear hızlar (serbest kesit üzerinden) meydana gelmesin, daha büyük hızlar kömürün ufak tanelerinin sürüklenmesine, bazı hallerde de tozlanmasına sebep olmaktadır. Tecrübelerde ortalama 20 kg/m² x h lık bir nemli kömür kesit yüküyle çalışılması uygun netice vermiştir. Kurutma fırının yüksekliği 1.20 m. idi. (Esas tesiste fırın yüksekliğinin ufalmaya sebep olmayacak şekilde seçilmesi doğru olur.)

Hava vasıtası ile belirtilen ısılardaki kurutmanın % 5 bakiye nem miktarına kadar yapılabileceği, tecrübeler neticesi bulunmuştur. Ancak o zaman daha yüksek oranda toz (= - 4 Tyler eleği = - 5 mm) teşekkül ediyor.

Kurutma prosesinde tane büyüklüklerinin muhafaza effektini Tablo 3 deki donelerden çıkarmak mümkündür Görüldüğü gibi, burada uygulanan koruyucu şartlar altında büyük taneleri oldukça muhafaza etmek mümkündür.

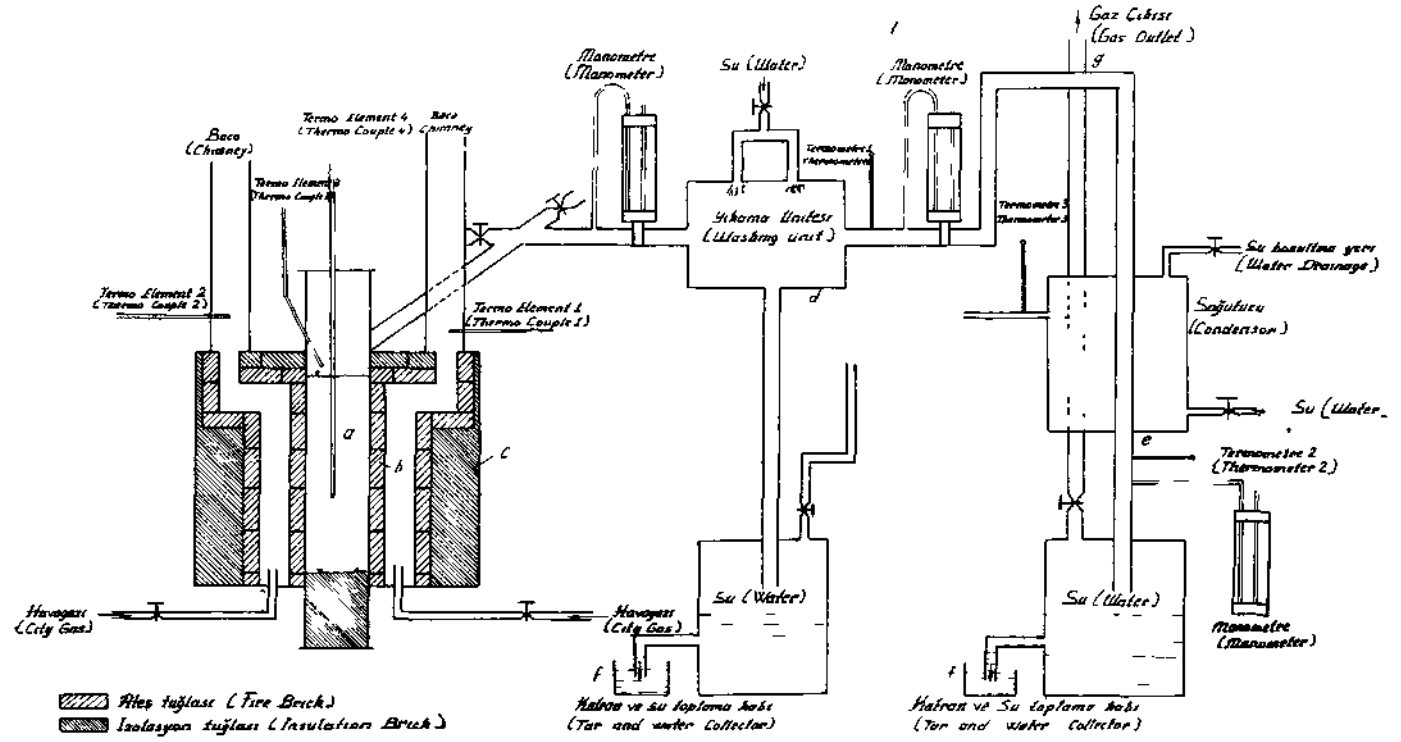
Yaklaşık olarak sadece % 5 toz meydana geliyor. Tyler - elek No. 3, 3.5 ve 4 ile yapılan elemeler esas olarak alınmıştır. Bunlar + 8 mm. 6-8 mm. 5-6 mm. ve - 5 mm. tane büyüklüklerine tekabül ediyor. 8 mm. den yukarı tane büyüklükleri daha derin incelenmiyor, çünkü bunlar son prodük olmayıp, karbonizasyona veriliyor.

Bizimpilot tesiste yaptığımız kurutma ile yıkayıcı gaz kurutması esas itibariyle farklı değildirler. Ancak, adından da anlaşılacağı üzere burada kurutucu olarak hava yerine proseste husule gelen inert gazlar kullanılmaktadır.

2.3.2.3. Alçak euhnet karbonizasyonu (kömürün gazmm alınması) :

2.3.2.2.1. Pilot karbonizasyon tesisi :

Karbonizasyon için kullandığımız pilot tesis, plânları Almanya'nın Heinrich Koppers GmbH firmasından getirtilerek tamamen yerli malzeme ile burada yapılmış ve monte edilmiştir. Denemeler esnasında tesisin şeması Şekil 4 de gösterilmiştir Fırın satıh ısıtma prensibi üzerine yapılmış olup, 130

Şekil 4 Carbonizasyon Seması

kg.lık bir kapasiteye sahiptir. Isıtma için havagazı kullanılmaktadır. Kok kamarasının (a) etrafı ateş tuğlaları (b) ile çevrilmiş ve dışarı ile ısı alış-verişini önlemek için fırın izolasyon tuğlaları (c) ile kaplanmıştır. Bacalardaki ısı değişimleri 1 ve 2 No.lu kömür içinde ise 3 ve 4 No.lu termo elementlerle ölçülmektedir. Katran, hafif yağlar ve su, yıkama ünitesinde (d) ve soğutucuda (e) ayrılıp, biriktirme kaplarında (f) toplanıyor gazlar ise (g) de dışarı veriliyor, ilişik 2 No.lu fotoğraf tesisin bir görünüşünü vermektedir.



Tablo 2 : Seyitömer linyitlerinin kurutulması için doneler

310 saatlik bir kurutma zamanının avarajı olarak 71°Cde 122 m³/saat kuru hava ve 65°Cde (doymuluk derecesi 45°) 133 m³/saat yaş hava ile hesaplanmıştır :

Taze kömür miktarı	3.000 Kg/h
	= 25.0 g/m ³ kuru hava
	= 23.0 g/m ³ yaş hava
Su 'buharlaşması	0.975 Kg/h
	= 8.0 g/m ³ kuru hava
	= 7.4 g/m ³ yaş hava
Kuru kömür miktarı (14.5 % H ₂ O)	2.300 Kg/h
	= 18.8 g/m ³ kuruhava
	= 18.3 g/m ³ yaş hava

Kurutucu — yükü : Serbest çap 0.40 m

Kurutucu serbest alanı : 0,126 m², y= 1.260 m, yükseklik : 120 cm; hacim : 0.151 m³

$$\frac{\text{Taze kömür akımı}}{\text{serbest alan}} = \frac{3.000 \text{ Kg}}{0.126 \text{ h}} \frac{1}{\text{m}^2} = 23.8 \text{ kg taze kömür/m}^2\text{h}$$

Kömürün kurutucu içinde kalış zamanı (taze kömür esas alınarak)-

$$\frac{\text{Taze kömür akımı}}{\text{Hacim}} = \frac{3.000 \text{ Kg}}{0.151 \text{ h}} \frac{1}{\text{m}^3} = 20.0 \text{ Kg taze kömür/m}^3 \text{ kurutucu}$$

Hacımı x h

Kurutucu gaz veya hava hızı : (20°C ve 750 mm Hg üzerinden)

Kuru hava : 122 mVh; 42°C (Doygunluk derecesi) = 0.059 kg H₂O/kg kuru hava

$$\text{Yaş hava : } \frac{59.0 \times 22.4}{18} = 73.5 \text{ litre H}_2\text{O/1 kg kuru hava}$$

$$1 \text{ kg kuru hava} = \frac{1}{1.280} = 0.782 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} 73.5 \text{ litre H}_2\text{O}/0.782 \text{ m}^3 \text{ kuru hava} &= 94.0 \text{ litre H}_2\text{O}/1 \text{ m}^3 \text{ kuru hava} \\ &= 0.94 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{O}/1 \text{ m}^3 \text{ kuru hava} \end{aligned}$$

$$\text{Toplatn yaş hava} = 122 + 122 \times 0.094 = 122 + 11.50 = 133.50 \text{ m}^3 \text{ yaş gaz/h}$$

Doğrusal gaz hızı, serbest kurutucu alanı üzerinden :

$$V = \frac{133.50 \times 4}{3600 \times 0.16 \times 0.14} = 0.300 \text{ m/sec. } 65^\circ\text{C girişte ve } 45^\circ\text{C çıkışta (20}^\circ\text{C ve 750 mm Hg üzerinden)}$$

Yaş kömür esas alınarak kurutucu gaz ihtiyacı :

$$\frac{3.000 \text{ Kg}}{133.5 \text{ h}} \times \frac{h}{\text{m}^3} = 0.0226 \text{ kg yaş kömür/m}^3 \text{ yaş gaz} = 22.6 \text{ g/m}^3$$

Tablo 3 Seyitomer linyitinin % 40 dan % 15 su miktarına kadar kurutulmasından sonra tane büyüklüğü dağılımı :

Kurutmadan önce tane büyüklüğü 4-6 cm
Kurutmadan sonra .

Tyler elek No.	ram	fraksiyon %
+ 3	+8	93.43
3.5 – 3	6 – 8	0.93
4 – 3.5	5 – 6	1.01
– 4	–	5 4.63
		100.00

2.2.2.2. Karbonizasyon tecrübeleri :

Kurutma neticesinde içinde % 15 rutubet bulunan kömür bilâhare satıh ısıtma karbonizasyonuna tabi tutulmuştur. Yine bu prosedürdeki esas prensip, pilot tesise konan kömürün imkân nisbetinde az ufalanmasını temin etmektedir. Bu neticeye erişebilmek için sayılan çok miktarda olan denemeler yapılmış ve muhtelif faktörler değiştirilerek maksada uygun olan aşağıda belirtilen şartlar tesbit edilmiştir.

2.2.2.2.8. Optimal Karbonizasyon şartları :

Isı yavaş yavaş, yükseltilerek 10-12 saat içersinde 70°C den 420°C ye çıkarılmıştır. Esas itibariyle 420°C de yapılan karbonizasyon neticesinde elde edilen kokun dumansız olduğu tesbit edilmekle beraber, her ihtimale karşı emniyetli çalışmayı sağlamak için 440° C ye kadar ısıtma imkâm mevcut bulunmasının faydalı olduğu görülmüştür.

Tablo 4 de bir kurutma ve karbonizasyon bilançosu 130 kg. rutubetli kömürle yapılan bir çok deneylerin ortalaması olarak gösterilmiştir. Buradan tesis boyutlarının hesaplanması için önemli bütün doneler, Tablo 1 deki kalori değerleri ile birlikte alınabilir.

Husule gelen katran satılabilecek veya tesiste yakıt maddesi olarak kullanılacak veyahutta içersinde bol parafin olduğundan parafin ayrılacaktır. Katranın bir kısmı hafif mazot (fuel - oil) olarak ayrıldığından traktörlerde kullanılabilir. Ayrılan sular içinde az miktarda fenol mevcut olduğundan bu da kazanılabilecektir.

Tablo 5 de yaklaşık olarak bileşimi verilen karbonizasyon gazı tüm olarak işletmenin ısıtmasına kullanılmalı, bunun artık gazları da kurutmaya hizmet etmelidir. Kurutma için gerekli su buharı kok soğutmasından alınmalıdır. Ev yakıtı olarak kullanılacak olan + 8 mm lik parça kok, elde edilen kokun takriben % 90 ını teşkil etmektedir, yükleme ve transport sırasındaki zorlamalar neticesinde parçalanmayacak bir sağlamlıktadır. Tablo 6 daki parçalanma testi neticesi de bunu teyid etmektedir. % 10u bulacak olan 8 mm den ufak parçalar ise sanayi koku olarak metalürjide ve diğer endüstride de değerlendirilebilir.

Burada«gaz karbonizasyonu» nun bizim tecrübelerde yaptığımız ve yukarıda izah ettiğimiz «satıh ısıtma karbonizasyonu» ndan daha uygun olduğunu ve kurulacak tesisin bu metodu esas alacağını da belirtmek gerekir.

2.3. tik olarak yapılacak tesisin kapasitesi hakkında malûmat :

Yukarıda belirtilen pilot denemeleri müsbet netice verdiğiinden Seyitömer kömürlerinden dumansız yakıt yapılmasını temin maksadiyle bir tesis kurulması düşünülmüştür.

Tablo : 4

Seyltömer düşük derece krbaozasyon doneleri	Avaraj ve dUzeltim% Kg	%	Optimum istihsal ton/yıl min.	330 gün, 2 firm ton/yıl max.
Toplam yağ kömür miktarı (% 40 HO)	130.000	100.0	200.000	300.000
Toplam su miktarı	52.000	40.0	80.000	120.000
Kuru kömür + kül	78.000	60.0	120.000	180.000
Kuru kömür su miktarı		15.0	15 %	15 %
Kuru kömür miktarı	91.760	70.6	141.200	211.800
Uçan su miktarı	38.240	73.5*	58.800	88.200
Kuru kömür su miktarı	13.760	10.6	21.200	31.800
Kok miktarı	52.000	40.00	80.000	120.000
H ₂ O miktarı	13.760	10.60	21.200	31.800
Kimyasal su miktarı	7.995	6.15	12.300	18.450
Katran miktarı	2.990	2.30	4.600	6.900
Gaz miktarı	12.545	9.65	19.300	28.950
Kayıplar	2.470	1.90	8.800	5.700
Toplam	91.760	70.60	141.200	211.800
Yaş kömürdeki kül miktarı	7.873	606	12.120	18.180
Kok verimi		56.60		
Hesaplanmış yukarı ısı değeri (kok/kg)	—	6000	—	—

Tane büyüklüğü dağılımı indirgenmiş %	Kuru kömür %	Kok %	⇒p fark	optimum istihsal Ton/yıl nün.	S30 gün 2 firm Ton/yıl max.
+ 3 Tyler + 8 mm	51.00	44.00	— 7	62.200	93.300
+ 3.5 + 6 mm	0.80	2.65	+ 1.75	3.580	5.370
+ 4 + 5 mm	0.90	2.57	+ 1.67	3.620	5.430
— 4 — 5 mm	3.90	7.48	+ 3.68	10.600	15.900
Toplam	56.60	56.60	:0.00	80.000	120.000

Kok elek analizi		Kuru kömür kg	Kok kg
+3 Tyler	+ 8 mm	82.700	40.000
+ 3.5	+ 6 mm	1.300	2.240
+ 4	+ 5 mm	1.460	2.260
— 4	— 6 mm	6.300	7.500
Toplam		91.760	52.000

* Toplam su üzerinden = 100

Tablo 5 : Seyitömer linyitinin krabonizasyon gazı bileşimi

	Vol%	
CO₂	55	1.96.0.55 = 1.78
CH₄ (C.H.)	3	1.88.0.03 = 0.056
CO m⁴ 8'	8	1.25.0.08 = 0.100
H₂	3	0.09.0.03 = 0.003
CH₄	33	0.72.0.31 = 0.223
Toplam	100	1.460
Molekül ağırlığı 32,4		
özgül ağırlık g/litre		1.460

Tablo 6 : Seyitömerkokunun parçalanma tesiti :

Avaraj büyüklüğü 3.5 cm olan + 8 mm 100 parça kok tartıldı ve 3 m yükseklikten 1.5 m² lik bir alan üzerine tek tek düğüldü. Tekiardan toplandı ve tartıldı ve elendi. Elek analizi neticesi

Tyler-Elek No.	mm	% ağırlık
+ 3	+ 8	82.00
3.5 — 3	6 — 8	3.75
4 — 3.5	5 — 6	3.75
— 4	— 5	10.50
		100.00

Tesisin planlanmasına esas alman linyitin ve elde edilecek kokun analizleri aşağıda belirtilmiştir :

Linyit	Aşağı sınır	Yukarı sınır
Rutubet	% 42	% 38
Kül	% 15	% 6
Uçucu madde	% 18	% 22
Sabit karbon	% 25	% 34
Kalori (Ho)	2740 Kcal/kg	3200 Kcal/kg
Kalori (Ha)	2520 Kcal/kg	3070 Kcal/kg
Dumansız Kok	Aşağı sınır	Yukarı sınır
Rutubet	% 3	% 3
Kül	% 29	% 15
Uçucu madde	% 2	% 2
Sabit karbon	% 66	% 80
Kalori (Ha)	5000 Kcal/kg	6000 Kcal/kg

Tesis 1000 t/gün ve + 100 mm tane büyüklüğündeki linyit için hazırlanacaktır. Böylece yılda 300.000 ton parça linyit islenerek, 120.000 t parça kok (8 +8 mm) ve 10.000 t sanayi koku (— 8 mm) elde edilecektir!

Bu gibi bir tesisin takriben 42 Mio TL. sına çıkabilecek ve iki senede de imkâl edilebilecektir.

Prossesin akım şeması Şekil 6 da gösterilmiştir.

3. Dumansız yakıt elde edilmesinin Türkiye JEkononülsi ve halk sağlığına tesirleri :

3.1. Türkiye Ekonomisine dumansız yakıtın katkısı :

Gerek memleketin nüfusunun süratle artması ve gerece sanayileşme, kömür ihtiyacını ehemmiyetle ortaya çıkarmaktadır.

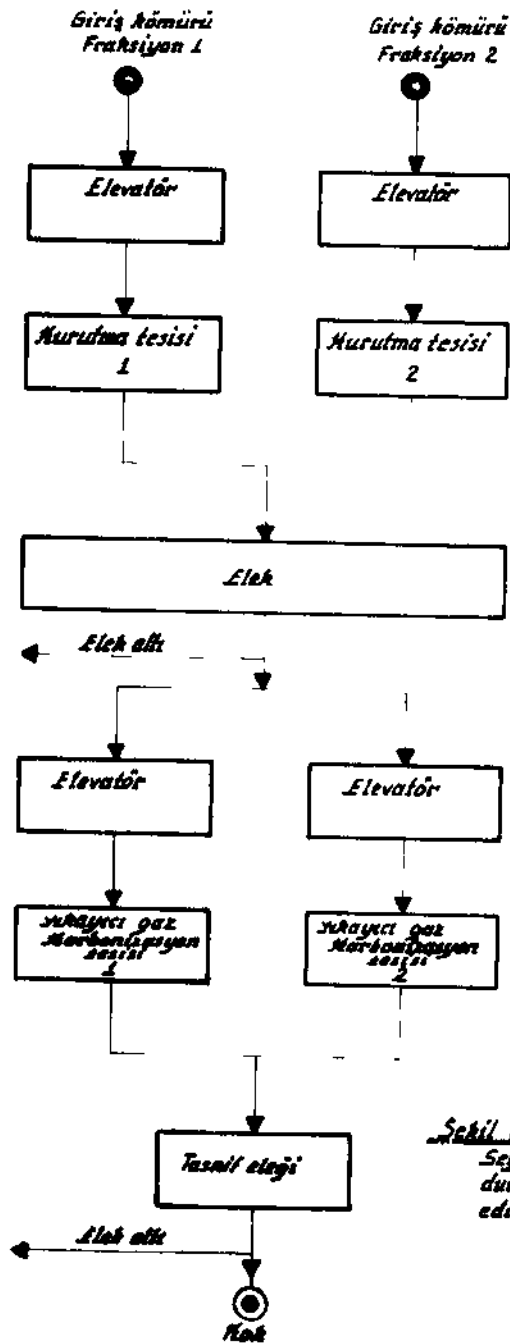
Odunun, yani ağaçların yakıt olarak kullanılmaması alınan tedbirlerle ve halk eğitimiyle temin edilmekte, bu da teshinde kömürün kullanılmasını arttırmaktadır. Sanayileşen Türkiye'nin maden kömürüne ve koka ihtiyacı günden güne yükselmekte, yaptığımız hesaplara göre ancak güçlkle 3. Demir Çelik Sanayiini karşılayacak durumdadır, yani yakın bir zamanda teshih için kok verememe zarureti hasıl olacaktır. Zaten maden kömürünün yakıt olarak kullanılması gerek kimyasal ve gerekse metalurjik özelliklerinden dolayı ekonomik değildir. Kömürden çıkarılacak talî maddeler ısıda elde edilecek kalori değerinden kat kat daha kıymetlidir.

Çok ufak olan taşkömürü rezervlerimizin ısı kaynağı olarak kullanılması, hiç bir zaman makbul olamaz ve bir hesapla da jüstifyie edilemez. Bu sebepten ısı kaynağı olarak linyitlere geçmek mecburiyeti vardı r.

Memleketimizin hemen her tarafına dağılmış olan linyit yatakları hali hazırda iyi bir şekilde aranmış olmamakla beraber, elimizde bugün çalışmakta olan, büyük denebilen linyit yataklarıımız mevcuttur. Bunların inkişafı, üretimlerinin artması, linyitin kısa zamanda tozlanmasından dolayı büyük güçlükler arz etmektedir. İçinde fazla miktarda su bulunan linyitler kendi kendisine kururken dahi parçalanmakta ve toz haline gelmektedir. Toz linyiti değerlendirmek ve kullanmak bugün için Türkiye'de ancak elektrik santrallerinde ve kısmen Çimento ve Azot Sanayiinde mümkündür. Bunun haricinde sobalarda ve kaloriferlerde toz linyit kullanılmasına imkân yoktur. İleri tekniği olan memleketlerde linyitin gazifiye edilmesi ile değerlendirme imkânı vardır. Ayrıca mevcut olan bazı usullerle de benzin vs. maddelerin yapılmasına gidilmektedir. Bu sanayiin de bir müddet sonra memleketimize inkişaf etmesi mümkündür.

Bir kısmı istihsal esnasında toz olarak çıkan linyit ve parça olarak çıkan fraksiyonların da tozlanması ve istifade edilemez hale gelmesi linyit ocaklarının karşısında olan bir problemdir. Bunlara misal olarak Beypazarı, Dodurga ocaklarımızı ve hususî sektördeki ocakları verebiliriz. Yaz aylarında istihlâk azaldığından, ocakların istihsalini de azaltmak, kış aylarında çoğaltmak gibi madencilğe uymayan güçlükler mevcuttur.

Ocaklar, istihsal tempolarını zaman zaman değiştirmek, ayarlamak mecburiyetinde ve işçilerini de işten çıkarıp, tekrar işe almak zaruretindedirler. Bu nedenle memleketimizdeki linyit işletmelerinin inkişafı karşısında büyük bir duvardır



Şekil 6.
Seyitömer kömüründen
dumanlısız yakıt elde
edilmesi akım şeması

Yukarda izah ettiğimiz parça kömürün konserve edilmesi ve dumansız hale getirilmesi bu problemi kısmen halledecek ve linyit istihsalinin gelişmesine bir miktar katkısı olacaktır. Yani bir miktar linyitin tozlanıp, değersiz hale gelmesine mani olunabilecektir.

Bilârahe M.T.A. nın yapmakta olduğu denemeler ve pilot tesisi iyi netice verdiği takdirde doğrudan doğruya tozun değerlendirilmesi imkânı hasil olacak ve bu şekilde linyit problemi tamamen hallolabilecektir.

Bunun neticesi de kömür endüstrisi memleketimizde inkişaf edecek, ihtiyaç da kolaylıkla ve ekonomik bir şekilde temin edilebilecektir. Binaenaleyh yukarıda bahsettiğimiz tesislerin bir an evvel kurulması memleket için çok faydalı olacaktır.

8.2. Hava kirlenmesinin insan sıhhatine, (dolayısıyla memleket ekonomisine yaptığı etkiler :

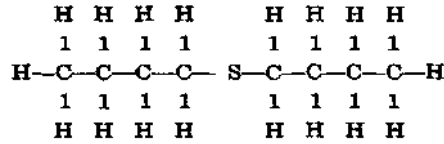
Batı Ülkelerinde bir çok lâboratuvarlarda uzmanlar, yıllardan ben hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkilerini araştırmaktadırlar. Anlaşılmıştır ki kirli havanın insan sağlığına yaptığı etkiler vardır.

Kirli havanın ne derece zararlı olduğu takriben 20 sene evvel Birleşik Amerika'da Pittsburg'un 40 km. kadar yakınındaki Donora şehrinde olan hadiselerle anlaşılmıştır. Bu şehirde, havanın hareketsiz ve sisli olduğu bir sırada, dumanlardan, toksit gazlardan ve sisten meydana gelmiş bir kubbe şehrin üstünü tamamen kapatmış ve bunun neticesinde 19 kişi, mahalli hastanede rahat teneffüs edememe neticesinde ölmüş, yüzlerce kalp hastası ve astımı olan hasta mıntıka dışınanakledilmişlerdir. Donora şehrinde olanlar olağanüstü bir hal değildir, başka gehirlerde de olmuştur ve tekrar birçok yerde meydana gelmesi mümkün olan bir haldir. Fakat ekseriya hava cereyanları naturel bir havalnadırma sağlar, kirli havayı uzaklaştırarak yerine temiz hava yollar ve kirlenmiş havayı dilüe bi hale sokar, Donora'da meydana gelen olay, rüzgârsız bir günde aşağı doğru çöken bir sise, duman ve toz gibi her türlü pisliğin yapışarak adeta yarı katı bir smır tabakası meydana getirmesi suretile olmuştur.

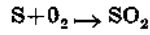
Ankara'da da buna benzer durumun kısmen meydana geldiği çok defalar görülmüştür.

Rüzgârsız günlerde şehrin üstünde duman ve sisten müteşekkil bir kubbe hasil olduğunu görmüşüzdür. Muhakkak ki bunun insan sıhhati üzerinde gözümüzden kaçan pek çok tesiri olmuştur ve olmaktadır. Fakat bir gün, Donora'daki gibi kendini herkese duyuracak bir facianın meydana gelmesi de pekâlâ mümkündür.

Linyit kömürünün hava kirlenmesindeki rolü, yandığı zaman içindeki kattan ve kükürt bileşiklerinin büyük bir oranda tam yanmadan dumana geçmelerinden ileri gelmektedir. Kömür mevcut kükürt, anorganik (CaS04) ve organik kükürt, yani,



olarak iki halde bulunur. Bunlardan birincisi tamamen zararsız olup, yanma neticesi havaya karışması mevzubahis değildir. Organik kükürt ise duman ile bacadan çıkarak havaya karışır ve



formülüne göre havanın oksijeni ile birleşir, teneffüs yollarını ve akciğerleri tahriş etmesi bakımından zararlıdır.

Diğer taraftan katran içinde bulunan tam yanmadan havaya karışan, aromatik gruba ait hidrokarbonlar kanser yaratıcı olarak tanınırlar. Bunların en zararlısı benzopyren diye adlandırılan bir hidrokarbondur.

Memleket ekonomisinde en büyük hazine insan sıhhati ve insan dehası olduğundan, kirlenen bir hava, insan sıhhatini bozması ve onu ölüme kadar götürmesiyle ekonomide de büyük etki yapar. Hastalanarak tam enerjisini kaybeden insanlar, çalıştıkları yerde randıman vermezler ve tedavi masrafları da memleket sırtına büyük bir yük olur.

Hava kirlenmesi neticesinde solunum organlarında arazlar çıkması ve kanser gibi, yıkıcı, öldürücü hastalıklar meydana gelmesi ekonomik gücümüzü zedeleyecek ve zayıflatacaktır.

Kömür yanması ile çıkan zararlı gazları bertaraf etmiş olan dumansız yakıtın kullanılması ile memleketimizde ekonomik etkiler hissedilecektir ve hiçbir para değeri ile ölçülemiyen insan sıhhati ve gücü kaybedilmeyecektir.

4. Netice :

TKİ ve Orta Doğu Teknik Üniversitesinin işbirliği ile yürütmekte oldukları çalışmalar neticesinde yeni bir metod inkişaf ettirilmiştir. Metodun esası, parça kömürün parça durumunun konserve edilip (prosedür esnasından fazla parçalanmasına mani olacak şekilde) gazının alınarak alçak sühnette dumansız kok (sömi-kok) elde edilmesidir.

Dumansız yakıt, Türkiye ekonomisi ve halk sağlığı bakımından büyük bir önem taşımaktadır. Memleketimizde ilk defa olarak linyitten söml - kok elde edecek böyle bir tesisin kurulması faydalı olacaktır.

Bibliografik Tanıtım :

- 1) Prof. E. Weingaertner : Grundlagen zu einer Lignit - Trocke und Schwelanlage, Mai 1970.
- 2) R. Rummel öl und Kohle in Gem. mit Brennstoff - Chem. 45-48, S. 709-23.
- 3) Makina Mühendisleri Odası: Büyük şehirlerde havanın temizlenmesi kongresi, Nisan 1969.
- 4) Prof. E. Weingaertner ve H. Ergun: «Seyitömer linyit kömüründen kurutma ve takiben alçak sühnet karbonizasyonu yoluyla dumansız yakıt elde edilməsi fizibilite etüdü*, Ankara. Eylül, 1970.

- 5) K. özhan: «Investigation in the drying of Seyitömer lignites and it's influence on the production of a stable smokeless fuel», Master Tezi, O.D.T.Ü.
- 6) A. Çuflaz: «Low temperature carbonization of Seyitömer (Kütahya) lignites for smokeless fuel production», Master tezi, O.D.T.Ü.
- 7) Dr. C. Otto: Rauchfreier OHausbrand aus türkischen Ligniten, 16.11.1964.
- 8) Heinrich Koppers GmbH, Essen: «Über die Untersuchungen türkischer Braunkohlen von Tunçbilek hinsichtlich ihrer Eignung für die Herstellung von Hausbrandkoks», 7.4.1967.
- 9) Dipl. - Kfm. Dr. Ing. Otto Gold: «Untersuchung auf Braunkohle. Bekämpfung der Rauch - und Russplage. Die Schwelversuche mit türk. Braunkohle,» 30.3.1967.
- 10) österreichisch Alpine Montangesellschaft: «Seyitömer Kohlentrocknungsanlagen - Projekt», 30.12.1969.
- 11) Grossinsky: «Handbuch des Kokereiwesens».