

METALURJİK KOK ÜRETİMİNE ELVERİŞLİ KÖMÜR BAZININ GENİŞLETİLMESİ OLANAKLARI

Mevlüt KEMAL (*), Muzaffer SARAÇOĞULLARI (**),
Halûk S. ERBEN (***)

Ö z e t :

Son senelerde, birçok memleketlerde, koklaşmayan kömürlerin, kok yapımında kullanılabilmesi ve koklaştırma masraflarının düşürülebilmesi gayesiyle, geniş çapta araştırmalara girişilmiştir. Bu araştırmalar neticesinde koklaşmayan kömürlerin, kok yapımında kullanılmasını sağlayacak, birçok yeni koklaştırma prosesleri geliştirilmiştir (1, 2). Bu proseslerin esası şu üç ana prensibe dayanmaktadır.

1. Koklaşma özelliği olmayan kömürlerin fazla koklaşma özelliğine sahip kömürlerle karıştırılarak, klâsik kok finnlığında koklaştırılması.

2. Koklaşma özelliği olmayan kömürün, belirli tane iriliğindeki parçalarının, çok yavaş ve itina ile özel fırınlarda koklaştırılması.

3. Koklaşma özelliği olmayan kömürün, birikletmek veya pelletlemek suretiyle, belirli tane iriliğine getirildikten sonra, özel fırınlarda koklaştırılması.

Metalurjik kok üretimine elverişli kömür bazının genişletilmesi, bir başka deyimle koklaşma özelliği olmayan kömürlerin kok üretiminde kullanılma imkânları bu esaslara göre anlatılmakta ve MTA Enstitüsünde yapılan, konu ile ilgili çalışmalardan bahsedilmektedir.

(*) Dr. Maden Yük. Mühendisi, M.T.A. Enstitüsü
(**) Kimya Yük. Mühendisi M.T.A. »
(***) Kimya Mühendisi M.T.A. »

1) GİRİŞ:

Memleketimizde üretilen taşkömürü, metalurjik kok gereksinimini karşılayamaz duruma gelmiştir. Halen İskenderun Demir - Çelik fabrikalarının kok gereksiniminin ithal yoluyla karşılandığı bilinmektedir. Önümüzdeki yıllarda; Demir - Çelik sanayiinin gelişmesi planlandığına ve metalurjik kok ihtiyacı da bunun paralel olarak artacağına göre; koklaşan kömür ihtiyacının büyük boyutlara ulaşması ancak şimdiden tedbirler alınması ile önlenabilir.

Bu tedbirler şu şekilde özetlenebilir :

1. Koklaşma özelliği olmayan kömürlerin, metalurjik kok üretiminde kullanılmasını sağlayarak, kok yapımında kullanılan kömür bazının genişletilmesi.

2. Metalürji sanayiinin kuruluşunda, yerli kömürlerin en fazla miktarda kullanılabilmesi için teknoloji ve proseslerin seçilmesi.

Burada üzerinde durulacak konu, «Metalurjik kok yapımında kullanılan kömür bazının genişletilmesi imkânları olacaktır.» Konunun memleketimiz açısından değerlendirmesi şu şekilde özetlenebilir. Koklaşma özelliği olmayan kömürlerin kok yapımında kullanılması, kendi öz kaynaklarımızdan daha fazla yararlanmamızı sağlayacak, bunun yanısıra dışarıdan da daha ucuz ve daha güvenilir kömür ithal edilmesine yardımcı olacaktır. Çünkü; bilindiği gibi dünyadaki koklaşan kömür rezervlerinin kısıtlı olmasına karşın koklaşmayan kömür rezervleri çok büyüktür ve bu sebeple de koklaşma özelliği olmayan kömürlerin daha ucuza ve daha rahat temini mümkündür.

Son yıllarda birçok yabancı memlekette, koklaşmayan kömürlerin kok yapımında kullanılabilmesi ve koklaştırma masraflarının düşürülebilmesi gayesiyle girişilen geniş çaptaki araştırmalar neticesinde birçok yeni koklaştırma prosesi geliştirilmiştir. Bu yeni imkânların; hassas bir değerlendirmesinin yapılması memleketimiz menfaatleri açısından büyük önem taşımaktadır.

II) KOKLAŞMANIN ESASI :

Koklaşma özelliği olmayan kömürlerin kok yapımında kullanılma imkânlarına geçmeden önce, koklaşmanın esasına kısaca değinmekte yarar vardır.

Kömür, hava bulunmayan bir ortamda ısıtıldığında; yapısında bulunan bir kısım organik gruplar parçalanır. Gaz ve yoğunlaşabilir katran buharları çıkışına ve neticede karbon yüzdesinin artımına yol açan

bu kimyasal yapı değişimi işlemine «koklaştırma» denilmektedir. Geride kalan, içinde karbon yüzdesi çok yüksek olan maddeye de kok adı verilmektedir.

Kokun gerek yüksek fırınlarda redüksiyon maddesi ve gerekse de katı yakıt olarak kullanılabilmesi için, belirli bir parça büyüklüğüne ve bu parçaların da belirli bir sağlamlığa sahip olması gerekmektedir. Bu sebeptir ki, ancak klâsik koklaştırma yöntemiyle ve istenen sağlamlıkta parçacıklar halinde kok veren kömürlere koka elverişli kömürler, yani koklaşabilen kömürler adı verilmektedir.

Koklaşma özelliği olan kömürler 350 - 500°C ler arasında yumuşayarak plastik hale gelmektedirler. Bir kömürün, sağlam parçacıklar halinde kok vermesi için, kömür parçalarının birbirlerine bağlanmaları gereklidir. Bu bağlanma işlemi de, ancak tanelerin birbirlerine yapışacak derecede plastikleşmeleri ve bunları karşılıklı sıkıca bastırabilecek bir gaz basıncının varlığı halinde mümkün olmaktadır. Bir başka deyimle, kömür tanelerinin bu plastikleşme esnasında bir taraftan belirli bir dereceye kadar şişmeleri ve diğer taraftan da şişen plastik kütlelerin icabet-tirildiklan tanelere yapışacak dereceye kadar yumuşak olmaları icabet-mektedir. Şayet, tanelerin şişme ve yumuşamaları çok az olursa, taneler birbirlerine bağlanamayarak geride toz halinde kok kalmakta ve çok fazla olursa, süngerimsi yapıya sahip mukavemeti düşük kok meydana gelmektedir.

Şekil : l'de koklaşma işleminin basamaktan görülmektedir. Şişme, plastikleşme, yeniden katılaşıma ve bundan sonra meydana gelen büzülme; şekiller üzerinde de kısaca izah edilebilir.

Ayrıca bündüği gibi, kömürlerin plastikleşme derecesi ve şişme kabiliyeti kömür karbonlaşma durumuna ve kömürün petrografik yapısına göre değişmektedir. Koklaşma sırasında tatbik edilen ısıtma hızı da plastikleşme ve şişmeyi etkileyen önemli bir faktördür.

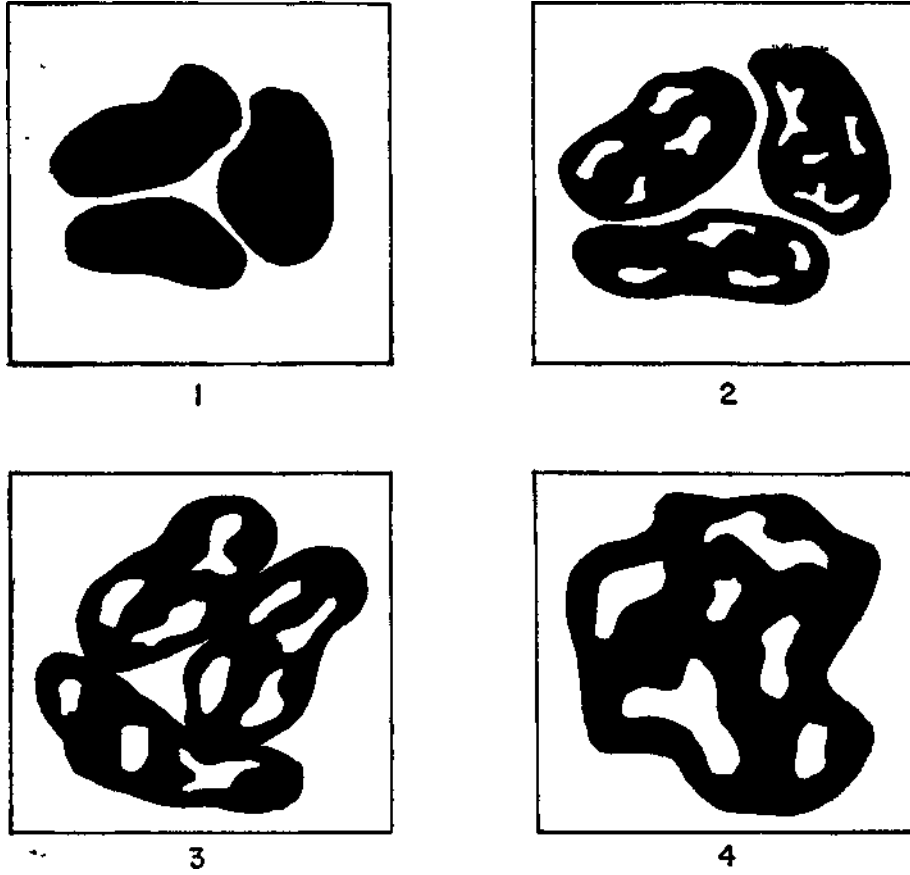
III) KOKLAŞMA ÖZELLİğİ OLMAYAN KÖMÜRLERİN KOK ÜRETİMİNDE KULLANILMA İMKANLARI :

Koklaşma özelliği olmayan kömürleri, kok yapımında kullanmak için şu yollar vardır :

1. Koklaşma özelliği olmayan kömürlerin fazla koklaşma özelliğine sahip kömürlerle karıştırılarak klâsik kok fırınlarında koklaştırılması.

2. Koklaşma özelliği olmayan kömürün, belirli tane iriliğindeki parçalarının çok yavaş ve itina ile özel fırınlarda koklaştırılması.

3. Koklaşma özelliği olmayan kömürün, biriketlenmek veya peletlemek suretiyle, belirli tane iriliğine getirildikten sonra, özel fırınlarda koklaştırılması.



Şekil - I

III — 1. Koklaşma özelliği az veya hiç olmayan kömürlerin fazla koklaşma özelliği olan kömürlere karıştırılması :

Koklaşmanın esas bölümünde kısaca değinildiği gibi, sağlam bir kok elde edilebilmesi için kömür karışımının belirli bir plastikleşme ve şişme özelliğine sahip olması gerekmektedir. Eğer bu özellik yeterli değilse, kömür taneleri arasında iyi bir bağlantı meydana gelememekte ve gerektiğinden fazla ise de süngerimsi bir yapıya sahip, mukavemeti düşük kok elde edilmelidir.

Bunun için, plastikleşme ve şişme özelliği çok fazla olan kömürlerle, az veya hiç koklaşma özelliği olmayan kömür ilâve edilerek, karışımın istenilen seviyede bir plastikleşme ve şişme özelliğine sahip olması sağlanmaktadır (3). Halen birçok kok fabrikalarında bu yöntem uygulanmaktadır.

Memleketimizde de fazla plastikleşme ve şişme özelliği olan Zonguldak kömürlerine, koklaşma özelliği olmayan taşkömürü veya iyi kaliteli linyit kömürleri ilâve ederek, metalurjik kok üretiminde kullanılan kömür bazının genişletilmesi olanağı vardır. Halen; Ereğli Demir-Çelik fabrikalarında; Zonguldak kömürüne, % 10-20 oranında koklaşma özelliği olmayan Armutçuk kömürleri karıştırılmakta ve kok üretiminde bu karışım kullanılmaktadır. Ayrıca M.T.A. Enstitüsünde, laboratuvar çapta yapılan deneylerde; Zonguldak kömürüne % 20 - 30 oranında koklaşma özelliği olmayan Amasra taşkömürlerinin karıştırılması halinde de kok kalitesinin önemli ölçüde etkilenmediği görülmüştür.

Ancak endüstriyel tesislerde (Zonguldak + Amasra) kömürlerinin koklaştırılmasında bazı önemlerin alınması yararlı olacaktır. Bilindiği gibi Zonguldak kömürleri oldukça yüksek uçucu maddeye sahiptir. Amasra kömürleri ise Zonguldak kömürlerine kıyasla daha da fazla uçucu madde içermektedir. Bu kömürlerin yukarıda belirtilen orandaki karışımından, istenilen sağlamlıkta bir kok elde edilebilmesi için, kok fırınına beslenen karışımın yoğunluğunun artırılması zorunludur. Böyle bir uygulama; halen Almanya'da Saarland'de karışımın kok fırınında sıkıştırılması şeklinde yapılmaktadır.

Memleketimizdeki iyi kalite linyitlerinin de yukarıda bahsedilen karışım kok deneylerinde kullanılması, böylelikle prosese uygun linyitlerin saptanması ve neticede elverişli görülen linyit sahalarının bu iş için tahsis edilmesi yurt ekonomisi yönünden büyük önem taşımaktadır.

Linyit kömürünün bu yolla kok üretiminde kullanılmasının, koklaşma özelliği olmayan taşkömürüne kıyasla daha zor olduğu açıktır. Bu zorlukları üç maddede toplamak mümkündür :

1. Linyit kömürü, koklaşma sırasında, koklaşma özelliği olan kömüre kıyasla miktar ve hız olarak çok daha fazla büzülmemektedir.
2. Linyit kömürü, çok poröz kok vermektedir. Ayrıca koklaşma sırasında inert davranmasının yanı sıra katran buharlarını absorbe etmekte ve koklaşan kömürün plastikleşmesini olumsuz yönde etkilemektedir.

3. Linyit kömürü fazla miktarda uçucu madde içerdiğinden, koklaşma sırasında fazla gaz çıkarmakta ve bu da süngerimsi yapıda, düşük mukavemetli kok oluşumuna neden olmaktadır. Yapılan Literatür araştırmaları sonucunda yukarıda sayılan zorluklardan bir de üçüncüsünün giderilmesi için, linyitin önceden semi-kok haline getirilmesi yönteminin önerildiği görülmüştür. (3,5). Fakat bu işlem ek bir tesis ve dolayısıyla da ek bir sarfiyat gerektirdiğinden, bu yöndeki çalışmalar henüz laboratuvar seviyesinden daha ileri gidememiştir. Ancak Türkiye'nin şartları düşünülürken, bu konunun daha detaylı bir incelemesinin yapılması zorunluğuna ortaya çıkmaktadır.

M.T.A. Enstitüsünde, fazla koklaşma özelliği olan Zonguldak taşkömürlerine, koklaşma özelliği olmayan taşkömürleri veya iyi kaliteli linyit kömürleri karıştırılarak koklaştırma denemeleri yapmak üzere çalışmalara başlanmış ve ilk basamak olarak özel yapılmış 7 kg. kapasiteli bir firm satm alınmıştır. Bazı ön hazırlıklar tamamlanınca, klâsik kok fırınlarında koklaştırılması mümkün olan kömür karışımları üzerinde sistematik araştırmalar yapılacaktır. Aynı zamanda özellikle Zonguldak kömürleri, değişik oranlarda harmanlanarak, çeşitli karışımlardan elde edilen kok kalitesi saptanacaktır.

Burada hemen şunu belirtmek gerekir ki, bu türlü karışımlarda, ilâve edilebilecek koklaşmayan kömür oranı pek fazla olmayıp, en fazla % 30 civarındadır. Daha fazla koklaşmayan kömür ilâve edebilmek için aşağıda belirtilen daha değişik proseslere ihtiyaç vardır.

Tebliğin bu kısmında Almanya'da Bergbau - Forschung firması tarafından geliştirilen «PRECARBON» prosesine de değinmekte yarar vardır.

Precarbon prosesi karbonizasyon öncesi iki basamakta 1. Kurutma, 2. Isıtma işlemlerinin kombinasyonu ile karakterize edilebilir.

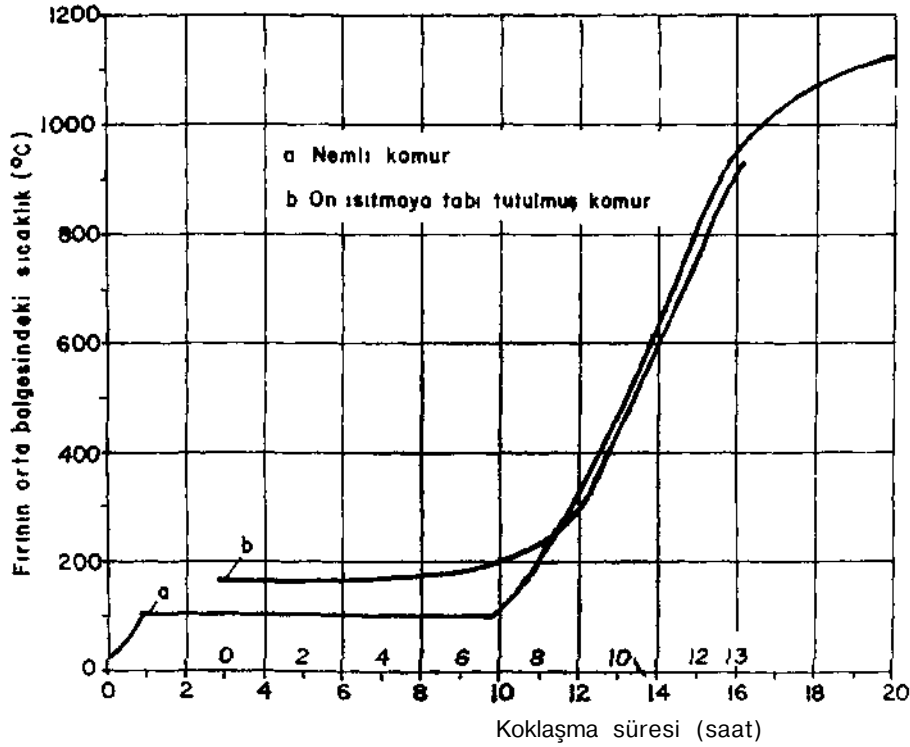
Bu prosesin uygulanması ile, nemli kömür operasyonuna kıyasla karbonizasyon süresinde kayda değer bir azalma olmaktadır. Şekil 2'de koklaşma süresi,

Kok fırınının ortasındaki sıcaklığın bir fonksiyonu olarak gösterilmektedir.

Ekonomik değerlendirmesi yapıldığı zaman bu prosesin uygulanması ile,

1. Oldukça düşük koklaşma özelliği olan kömürden yüksek kalitede kok üretiminin mümkün olduğu,

2. tyi koklaşabilen kömür kullanılması halinde ise, kok kalitesini düşürmeksizin verimde % 50 oranında bir artış sağlanabileceği görülmektedir.



Precarbon metodumla koklaşma süresindeki azalma

Sekil: 2

III — 2. Koklaşma özelliği olmayan kömürün belirli tane iriliğindeki parçaların çok yavaş ve itina ile özel fırınlarda koklaştırılması :

Koklaşma özelliği olmayan kömürlerden, özellikle linyitlerden, belirli tane iriliğindeki parçaların koklaştırılması ile dumansız yakıt veya kok elde edilmesi mümkündür.(4)

Bu işlemde, parça halindeki kömürler, kurutma ve koklaştırma sırasında parça içinde yerel gerilim meydana getirmemeye azami dikkat gösterilerek koklaştırılmaktadırlar.

örnek olarak Fleissner metodu ile yapılan kurutma ve bundan sonra da düşük bir ısıtma hızı uygulanarak yapılan koklaştırma işlemini verebiliriz. Ancak, bu yöntem ile elde edilen semi-kok veya kokun fiziksel özellikleri tamamiyle kömüre bağlıdır. Her kömür bu yöntemle

kok yapımına uygun olmadığı gibi, uygun olanların verdiği kokun dayanıklılığı da çok düşük olabilmektedir.

Bu sakınca ve problemlerine rağmen memleketimizde, bu konuda araştırmalar yapılması faydalı olacaktır. Bilindiği gibi bazı sanayi kolları için, düşük dayanıklılıkta kok yeterli olmaktadır.

Dumansız yakıt üretimi için, TKİ tarafından Seyitömer'de bu yöntemle çalışacak bir tesis kurulmaktadır. Tesis kurulduğunda, bir taraftan üretim yapılırken, diğer taraftan da, diğer linyit kömürlerimizin, bu yöntemle yeterli dayanıklılık ve tane iriliğinde kok verip vermediğinin araştırılması çok faydalı olacaktır.

III — 3. Koklaşma Özelliği Olmayan Kömürün Briketlemek veya Peletlemek suretiyle, Parça Haline Getirildikten Sonra Koklaştırılması (Formed Coke) :

Klasik usulde kok yapımına elverişsiz kömürlerin, koklaşmada kullanılma olasılıklarından bir diğeri ve en önemlisi de koklaşmadan önce kömürün, biriketlemek veya peletlemek yoluyla bütünleştirilmesidir. Bunun için de şu yollar vardır :

1. öğütülmüş kömürden, bağlayıcı kullanmadan elde edilen biriketlerin koklaştırılması,
2. Bağlayıcı bir madde kullanarak elde edilen biriketlerin koklaştırılması,
3. öğütülmüş kömürden, önce semikok elde ederek, semikoktan bağlayıcı kullanmak suretiyle elde edilen biriketlerin koklaştırılması,
4. Sıcak biriketleme,
5. Biriket şarj metodu.

Kömürün briketlendikten, yani bir form verildikten sonra koklaştırılması neticesinde elde edilen koka uniform kok ya da formed-coke denilmektedir. Son senelerde, birçok memleketlerde uniform kok üretimi konusunda geniş araştırmalara girişilmiştir. Bu türlü kok üretiminde, hem fazla koklaşmayan kömür kullanma ve hem de kontine ve hızlı koklaştırmak suretiyle, koklaştırma masraflarını asgariye indirme olanakları vardır.

III — 3.1. Öğütülmüş Kömürden, Bağlayıcı Kullanmadan Elde Edilen Biriketlerin Koklaştırılması :

Bu yöntemle, dayanıklı kok elde edebilmek için, kömürün bağlayıcısız, sağlam ve mukavemetli biriket vermesi şart olduğu gibi, koklaş-

ma sırasında da biriketin fazla mukavemet kaybına uğramaması gerekmektedir.

Genellikle, mukavemeti istenilen derecede yüksek olan biriketler yumuşak linyitlerden elde edildiğinden, bu yöntemle uniform kok üretimi sadece bazı yumuşak linyit kömürleri için söz konusu olmakta, bu da kullanılacak linyit cinsini kısıtlamaktadır.

Fakat bu yöntemin basit ve ekonomik olması, bu konuda endüstriyel uygulamaya kadar varan birçok çalışmalara neden olmuştur.

Doğu Almanya'da geliştirilen bir prosese göre, Niederlausitz yumuşak linyit kömürü 0-1 mm. inceliğe kadar öğütülmekte ve % 10-12 nem kalıncaya kadar kurutularak, 1200 -1400 kg/cm² basınç altında preslenmektedir. Elde edilen biriketler dikey kamaralı fırınlarda, 1000 - 1100°C'de koklaştırılmaktadır.

Niederlausitz yumuşak linyit kömürleri bu prosese en uygun kömür olduğu halde, elde edilen kokun mukavemeti, yüksek fırınlar için kafi gelmemektedir ve kok ancak fazla mukavemet istemeyen proseslerde kullanılabilir.

Kül (% 11-12) ve kükürt (% 0.9-1.2) oranı normal metalurjik kok ayarında olan bu linyit koku, tane iriliğine göre ayrılmakta ve şu sanayilerde kullanılmaktadır :

- 1) +30 mm. demir-çelik sanayiinde (fırın cinsine göre %20-60 oranında, normal koka karıştırılarak); kalk ve dolomit yakmak için.
- 2) 20-30 mm. Fosfat fırınlarında; sentez gaz elde etmek için, gazifikasyon reaktörlerinde,
- 3) 3-20 mm. karpit ve ferrosilikon sanayiinde,
- 4) 0-3 mm. demir cevherinin sinterleştirilmesinde ve çimento sanayiinde.

Bu yöntemle kok elde etmenin en sakıncalı tarafı, kömür özelliğine bağlı olarak; üretilen uniform kok özelliğinin değişmesidir. Niederlausitz bölgesinde elde edilen kok özelliği bu sebepten dolayı çok değişken olmaktadır. Buna rağmen, Doğu Almanya, kok ihtiyacının belirli bir bölümünü bu şekilde karşılamaktadır.

Memleketimizde, Elbistan ve Sivas-Kangal bölgelerinde yumuşak linyit türleri mevcuttur. Bu linyitlerden, adı geçen yöntemle kok elde edilmesi üzerinde araştırmalar yapılarak, hangi özellikte kok elde edilebileceğinin saptanması memleket olanaklarının bilinmesi açısından çok

faydalı olacaktır. Ancak linyit kömürlerimiz fazla kül içermektedir ve araştırmalara kül oranını düşürme çalışmaları ile başlamak gerekmektedir. MTA Enstitüsünde bu yolda da araştırmalar yapılması planlanmakta ve bunun için ön hazırlıklar sürdürülmektedir.

III — 3.2. Bağlayıcı bir Madde Kullanarak Elde Edilen Briketlerin Koklaştırılması :

Bu yöntemde, kurutulup belirli tane iriliğine kırılan kömür ziftle biriketlenmekte ve elde edilen biriketler koklaştırılmaktadır.

Daha çok taşkömürleri üzerinde denenen bu proseste amaç; kömür tanelerin istenilen ölçüde birbirlerine bağlanmalarını sağlamanın yanı sıra, biriketlerirr şişerek mukavemet kaybına uğramasını önleyecek karışımları ve koklaştırma şartlarını saptamaktır.

Koklaşmayan kömürde bir termik ön işlem gerektirmemesi, bu yöntemin oldukça ekonomik olmasına, dolayısıyla da endüstriyel düzeye kadar geliştirilmesine yol açmıştır.

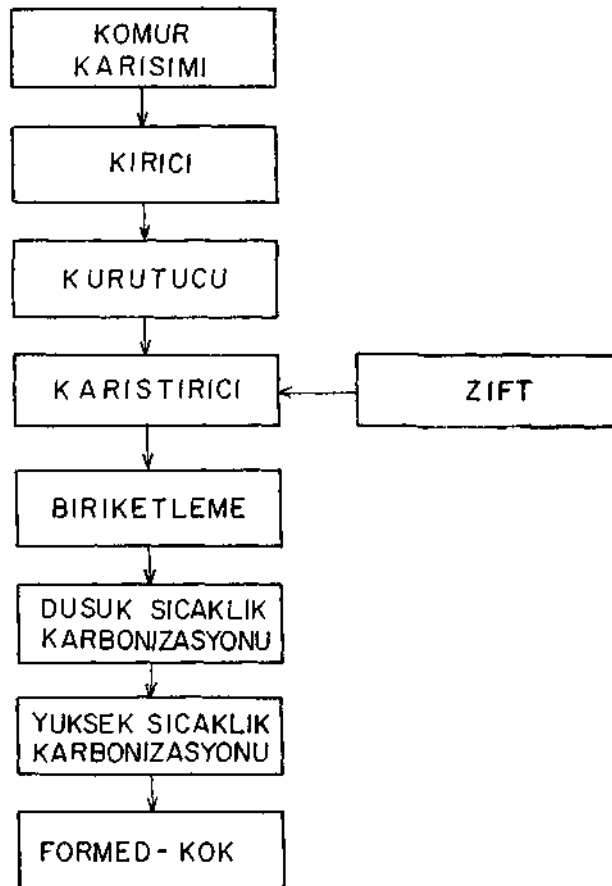
Bu proseslerde, kurutulmuş kömür ziftle biriketlenmekte ve elde edilen biriketler çeşitli fırınlarda 200-300°C'ta oksitlenmeye tabi tutulmaktadır. Oksitlenen biriketler dumansız yandıkları için, bu proses Fransa ve Belçika'da, dumansız yakıt üretimi için kullanılmaktadır. Ancak, elde edilen oksitlenmiş biriketlerin karbonizasyona tabi tutulması da, mümkündür. Bu takdirde, biriketlerin uçucu kısımları azalacak ve uniform kok elde edilecektir.

Auscoke Prosesi (8) Avustralya'da Broken Hill Proprietary Co. Ltd. tarafından geliştirilmiştir ve uçucu maddesi % 15 - 35, serbest kabarma indeksi 1 - 4 olan kömürlerden metalürji sanayii için sürekli olarak uniform kok üretebilecek bir prosestir.

Şekil 3'te görüldüğü gibi; tesise verilen besleme kömür —6 mm. ye kırılmakta, kurutulduktan sonra sıvı zift ile karıştırılarak, karışım rol preste biriketlenmektedir. Biriketler, ilk karbonizasyon basamağına geçmeden önce ziftin katılma sıcaklığının altına kadar soğutulmaktadır. Bu biriketler 500°C'de akışkan kum yatağında birinci kademe karbonizasyona tabi tutulmaktadır. Bu ilk karbonizasyonda, biriketlerin birbirine yapışması önlenildiği gibi, yüksek sıcaklık karbonizasyonu için de, yeterli dayanıklılığa sahip olması sağlanmaktadır. Kum yatağının akışkanlaştırılması buhar ile yapılmaktadır. Düşük sıcaklık karbonizasyonundan alman biriketler, yüksek sıcaklık karbonizasyon ünitesine verilmektedir. Bu ünite dikey bir fırından oluşmaktadır. Fırının üst kıs-

mmdan verilen biriketler son sıcaklık 950 - 1000°C olacak şekilde ters akımlı sıcak *gazlarla* karbonize edilmektedir.

AUSCOKE PROSESİ AKIM ŞEMASI



Bu proste elde edilen uniform kokun yüksek fırında kullanılabilme olanağım tespit etmek amacıyla bazı denemeler yapılmıştır. Bunun

için 50 gr. lık uniform kok biriketlerden 500 ton, % 50 oranında parça kokla karıştırılarak 12 saat süreyle kullanılmıştır. Bu sırada üretim seviyesinde herhangi bir değişme olmamıştır. Ancak çok kısa bir süre denenmesi nedeniyle kesin bir sonuç elde edilememiştir.

DKS Formed-coke prosesi (9); Didier Engineering, Keihan Rentan, Sutitomo Shoji ve Sumitomo Metal firmaları tarafından ortak olarak Japonya'da geliştirilmiştir. Bu proses orta büyüklükteki (bottom - open) tip endüstriyel ünitelerde başarı ile kullanılmıştır ve 1972'den beri 5 yıldan fazla bir süredir Keihan Rentan'da orta büyüklükte bir ünite operasyon halindedir. Bu süre içinde üretilen formed-kok ile birçok yüksek firm denemeleri yapılmış ve oldukça tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. Buna ilâve olarak çok büyük koklaşma ünitelerinde kullanıma uygun olan tabanı eğimli tipte yeni bir fırın geliştirilmiştir. Endüstriyel bir üniteyle aynı büyüklükte olan bir ünite deneme gayesiyle DKS Grubu tarafından yapılmış ve bir yıldan fazla bir süre boyunca başarı ile çalıştırılmıştır. Bu test operasyonundan sonra, değişik memleketlerin kömürleri üzerinde de denemeler yapılmıştır.

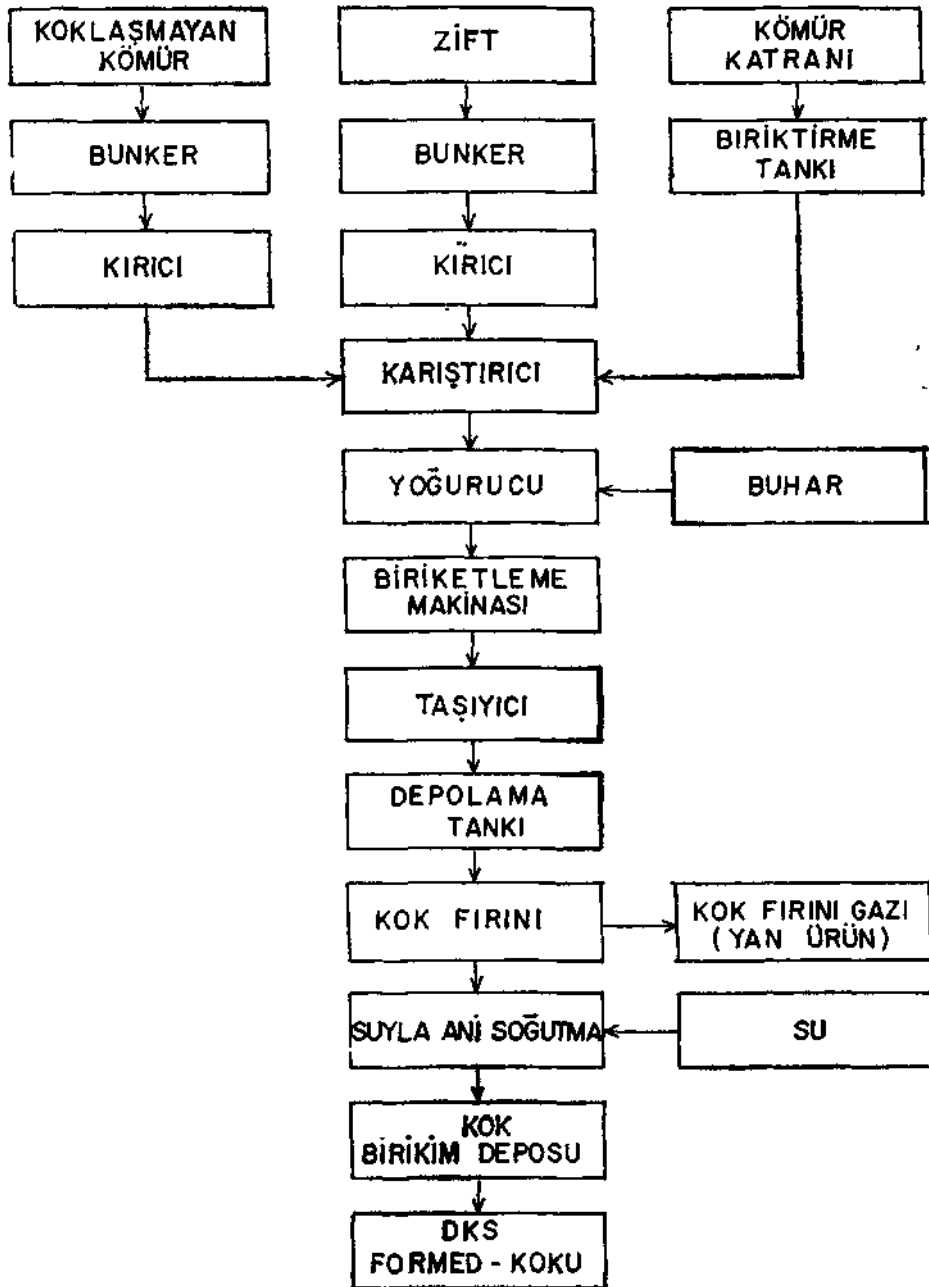
DKS Formed-Coke Prosesi için kullanılan ham madde esas olarak koklaşmayan kömürden ve bir miktarda az koklaşabilme özelliği gösteren kömürden oluşmaktadır.

Şekil 4'te de görüldüğü gibi; bağlayıcı ilâve edilmiş kömür karışımı bir yoğurucuya beslenir. Burada aşırı doymuş buhar verilerek bağlayıcı sıvılaştırılır ve ham maddenin bütün kısımları ince, yapışkan bir filmle kaplanmış olur. Karışım daha sonra rol preste biriketlenir. Ham biriketler kok fırınına şarj edilir ve karbonizasyona tabi tutulurlar. Karbonizasyon sonunda formed - coke, tıpkı konvansiyonel metod'da olduğu gibi su enjeksiyonu ile hızlı bir soğutmaya tabi tutulur.

Bu prosesin kullanılması ile; konvansiyonel kok kalitesine eşit veya daha iyi kalitede kok üretimi mümkündür. % 70 - 90 oranında koklaşmayan kömürün, tabiatıyla karışımın diğer elemanın özelliğine bağlı olarak kullanılabilmesi bu prosesin en büyük avantajıdır.

Prosesin ekonomik açıdan değerlendirilmesi yapıldığında, yatırım ve operasyon harcamaları düşünülürse, prosesin konvansiyonel yöntemden biraz daha pahalı olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni biriket ekipmanı ve biriket yapımının operasyon harcamalarıdır. Yapılan araştırmalar sonunda, koklaşan ve koklaşmayan kömürler arasındaki fiyat farkının ton başına 6 \$ veya daha fazla olması halinde yeni geliştirilen DKS prosesinin uygulanmasının kârlı olduğu ortaya çıkarılmıştır.

DKS PROSESİ İLE FORMED-COKE
ÜRETİMİNİN AKIM SEMASI



Şimdiye kadar, birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalar, ziftle elde edilen linyit biriketlerinin koklaşma sırasında mukavemetlerini kaybettiklerini göstermiştir. Buna sebep olarakda, çıkan yoğun gaz ve büzülme anında çeşitli kömür komponentlerinin farklı büzölmelerinden doğan gerilimler verilmektedir (4).

Buna rağmen sonuç olarak; linyit kömürlerinden uniform kok elde edilmesi üzerine yapılacak araştırmalarda, yukarıda değinilen prosesler üzerinde durulmasının son derece yararlı olacağı söylenebilir.

III — 3.3. Öğütölmüş kömürden önce semikok elde ederek, Semi-koktan bağlayıcı kullanmak suretiyle elde edilen biriketlerin koklaşdırılması :

Bu yöntem, koklaşmayan kömür özelliğine en az bağlı ve her cins kömürden uniform kok yapımına en elverişli bir yöntemdir (4-6). Semi-kok inert madde olduğundan, bağlayıcı vazifesini tamamiyle ilâve edilen maddeler görmektedir ve elde edilen kokun özelliğı de, ilâve edilen maddeleri ve uygulanan proses şartlarını değıştirmek suretiyle kontrol altında tutulabilmektedir. Ancak koklaşma özelliğı olmayan kömürün semi-kok haline getirilmesi ayrı bir tesis gerektirdiğinden yatırım hacmi genişlediğı gibi, ek işletme masrafı gerekmekte ve elde edilecek ürünün maliyeti artmaktadır. Prosesin bu sakıncalı tarafı da başka proseslerin artık ürünü olan toz kok kullanıldığında ortadan kalkmaktadır.

Yukarıda da belirtildiğı gibi, bu yöntemde, koklaşmayan kömür önce kurutulup, belirli bir tane iriliğine öğütölmekte ve bunu takiben de belirli bir sıcaklıkta semikok haline getirilmektedir. Elde edilen semi - kok (ekseriya 0-4 mm. tane iriliğinde) gerek biriketleme ve gerekse de koklaşma sırasında bağlayıcı vazifesi görececek maddelerle karışdırılarak biriketlenmektedir. Elde edilen biriketler, biriket yapıldığı karışımın durumuna göre çeşitli şekillerde koklaşdırılmaktadır. Genellikle; toz kok+koklaşan taşkömürü+zift karışımından oluşan biriketler herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan, dikey kamaralı kok fırınlarına verilmektedir. Tozkok+zift karışımından oluşan biriketler ise, önce 250 - 300°C daki oksitleyici bir atmosferde, oksidasyona tabi tutularak sertleştirilmekte ve gerekli görülmesi halinde tekrar özel fırınlarda koklaşdırılmaktadır.

Bu yöntemin en iyi tarafı, biriket içine karışdırılabilen koklaşmayan kömür yüzdesinin (semi - kok olarak) yüksek oluşudur. İlâve madde olarak kullanılan zift ve koklaşan kömür özelliğine ve kok tozu görünür özgül ağırlığına göre, biriket içine % 80 kok tozu karışdırılmak mümkün olmaktadır. Ancak, kok tozu görünür özgül ağırlığı çok düşükse bu oran %50'ye kadar düşmektedir.

Yukarıda da belirtildiği gibi, bu yöntem tozkok+zift ve tozkok+zift+koklaşan taşkömürü karışımları olmak üzere iki şekilde ele alınmıştır. Tozkok+zift+koklaşan taşkömürü karışımı, istenilen özellikte kok elde etmeye en uygun bir yol olduğu halde bugüne dek araştırma safhasından daha ileri gidememiştir. Buna sebep de, semi - kok elde etmenin maliyeti arttırması ve zift, koklaşan taşkömürü gibi birkaç ilâve maddeye ihtiyaç duyulmasıdır. Kok ihtiyacı arttıkça başka proseslerle kombine edilmek suretiyle bu yöntemin yerleşmesi mümkün görülmektedir.

Dökümhanelerde kullanılacak kok içinde kükürt istenmemesi ve koklaşmayan kömürdeki kükürt miktarının koklaşan kömürdeki kükürt miktarının yarısı olması noktalarından hareket edilerek, Polonya'da dökümhanelerde kullanılacak uniform kok üretimi için; tozkok + zift karışım şeklini kullanan bir proses geliştirilmiştir. Blachownia'daki tesis 1960 yılından bu yana, yılda 200.000 ton dökümhanelerde kullanılabilecek özellikle katı yakıt üretmektedir.

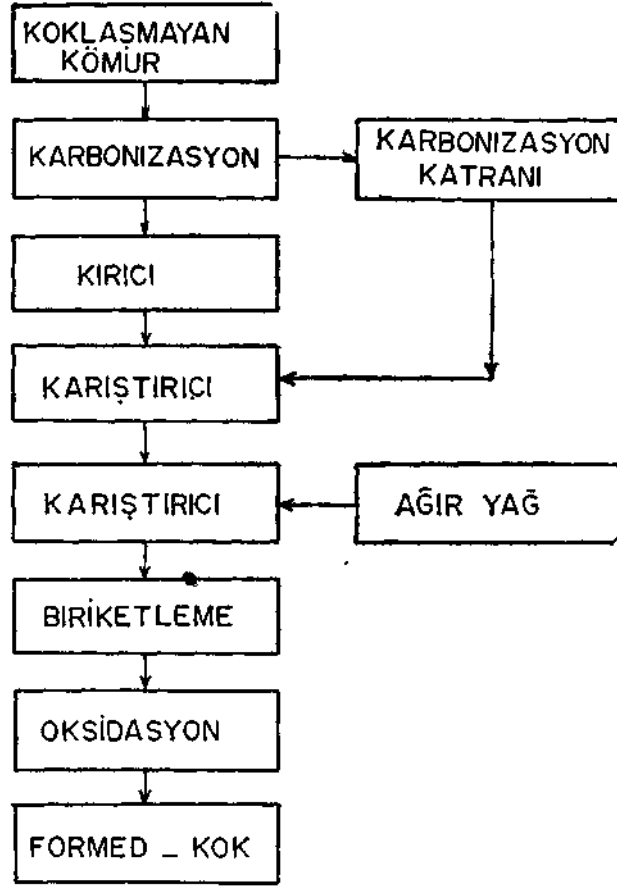
Şekil 5'te görüldüğü gibi bu proseste besleme kömür, Lurgi Spülgas tesisinde uçucu madde miktarı % 3 - 4 olacak şekilde karbonize edilmektedir. Elde edilen semikok 5 mm. altında kırıldıktan sonra toplam % 10.5 olacak şekilde; birinci basamakta 105°C'ta karbonizasyondan gelen katranla; ikinci basamakta ise 70°C'ta ağır yağ ile karıştırılarak 50°C'ta rol preste biriketlenmektedir. Buradan çıkan biriketler bir tünel içerisinde kısmen oksitleyici bir ortamda 10 saat kadar yavaş yavaş ısıtılmaktadır. 150°C'ta tüneli terkeden bu biriketler su ile soğutularak dökümhanelerde katı yakıt olarak kullanılmaktadır.

Linyit kömüründen uniform kok elde edilmesi için çok uygun olan bu yöntem memleketimiz açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple MTA Enstitüsünde yapılması plânlanan uniform kok çalışmalarına laboratuvar ölçeğinde ilk defa bu yöntemle başlanmıştır.

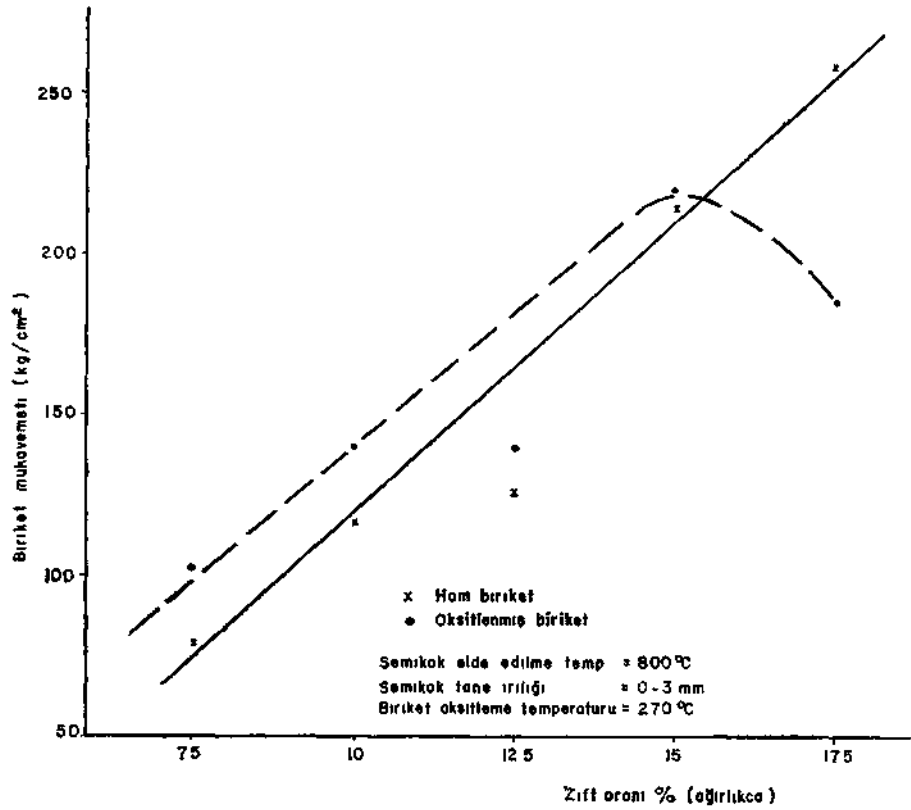
Yapılan çalışmalarda Muğla - Yatağan kömüründen çeşitli derecelerde tozkok elde edilmiş ve değişik oranlarda taşkömürü orijinli, yumuşama derecesi yaklaşık 80°C olan zift ilâvesi ile biriketlenmiştir. Elde edilen biriketler 270°C sıcaklıkta, oksitleyici atmosferde 4 saat kadar oksidasyona tabi tutulmuşlardır. Deney sonuçları grafik 1 ve 2'de görülmektedir. Bu sonuçlara göre, 700 - 800°C arasımda elde edilen semi - koktan üretilen biriketler, gerek oksitlenmeden ve gerekse oksitlenmeden sonra en yüksek mukavemeti göstermektedirler. Zift oranı % 15 olan oksitlenmiş bu biriketlerin mukavemeti 200 kg/cm² nin üzerindedir. Basma dayanımı gösteren bu değer oldukça iyidir. Henüz yeterince biriket üretilip ufalanmaya karşı dayanım tespit edilememiştir. Ancak linyit kömürünün özelliği dolayısıyla ufalanmaya karşı dayanımın, normal metalur-

POLONYA FORMED-COKE PROSESİ

AKIM SEMASI



jik koka kıyasla biraz düşük olacağı açıktır. Ayrıca grafiklerden, oksitleme işleminin biriket mukavemetini arttırdığı ve 1 saat suda kalmaları neticesinde de fazla mukavemet kaybı olmadığı görülmektedir.



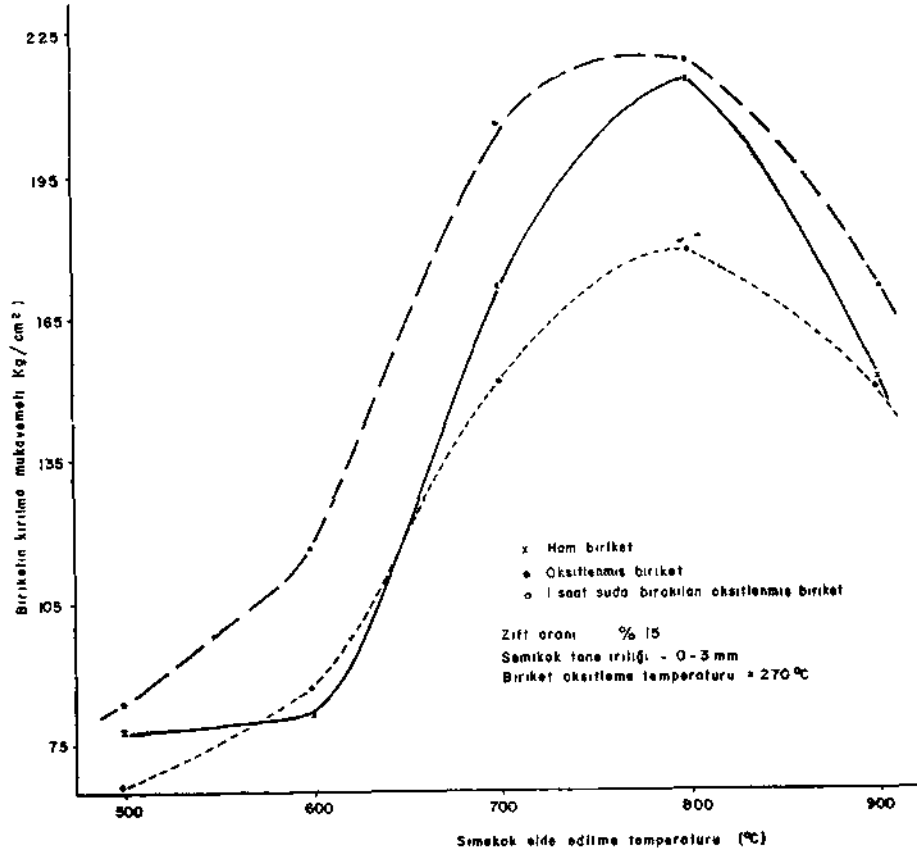
Gratik I Biriket mukavemeti ile zift oranı arasındaki bağıntı

Şu ana kadar yapılan deneylerin vermiş olduğu ikinci önemli sonuç da, optimum zift oranının % 15 civarında olmasıdır. Grafikten de görüleceği gibi, zift oranı % 15'in üzerine çıkınca, oksitlenmemiş biriket dayanımı halen arttığı halde, oksitlenmiş biriket dayanımı düşmektedir.

Yapılan bu çalışma, plâni girişilecek bir araştırmanın ilk basamağıdır. Elbetteki burada çok değişik alternatif ve parametreler incelenerek, daha sağlam biriketlerin, daha az ziftle elde edilmesi olanakları araştırılacaktır. Aynı zamanda; linyit karbonizasyonu sırasında çıkan katranın da, bu proseste kullanılması prosesin ekonomisi açısından çok önemlidir. Sadece bu başlı başına bir araştırma konusudur.

III — 3.4. Sıcak Biriketleme :

Yukarıda anlatılan proseslerde biriketler genellikle 70 - 100°C'larda elde edilmektedir. Sıcak biriketlemede ise, biriketleme işlemi 350-450°C'lar arasında kömürün plastik hale geldiği sırada yapılmaktadır.



Grafik Z Biriket mukavemeti ile temkik elde edilme temperaturu arasındaki ilişki

Sıcak biriketlemede genellikle iki yol takip edilmektedir :

1. Kömür veya kömür karışımının plastik hale geldiği dereceye kadar ısıtılarak preslenmesi,
2. Koklaşma özelliği olmayan kömür 700 - 800°C'a kadar ısıtıldıktan sonra, % 30 - 40 oranında koklaşan kömürle karıştırılarak, karışımın sıcaklığını koklaşan kömürün plastikleşme sıcaklığına düşürdükten sonra, presleme işleminin yapılması.

Birinci yolla; genellikle dumansız yakıt elde edilmektedir. Kömür veya kömür karışımı ancak 350-450°C arasında ısıtıldığından, elde edilen biriketlerin uçucu yüzdeleri, kömür cinsine bağlı olmakla beraber, oldukça yüksek olmaktadır. Diğer taraftan her koklaşmayan kömür bu yöntemle dayanıklı biriket vermemektedir ve bağlayıcı madde ilâvesi gerekmektedir.

tedir. Bağlayıcı olarak, koklaşan kömür ilâve edilince de, ikinci yol tercih edilmektedir.

Dumansız yakıt üretimi için, birinci yöntem üzerinde, MTA Enstitüsünce, uzun yıllar araştırmalar yapılmış ve Seyitömer linyitleri gibi nispeten bitümlü linyitlerden, sıcak biriket elde edilmesi konusunda yeni bir proses geliştirilmiştir (7). Bu prosesin, birçok memleketlerde patenti alınmıştır.

Bilindiği gibi, Ankara ve diğer büyük şehirlerimizin dumansız yakıt ihtiyacı vardır. Bu bakımdan, sıcak biriketleme yoluyla dumansız yakıt üretimi memleket açısından büyük önem taşımaktadır. Sıcak biriketleme projesi MTA Enstitüsünce geliştirildikten sonra, senelik kapasiteli 150.000 ton/yıl olan bir tesis için fizibilite raporu hazırlanarak ilgili kuruluşlara sunulmuştur.

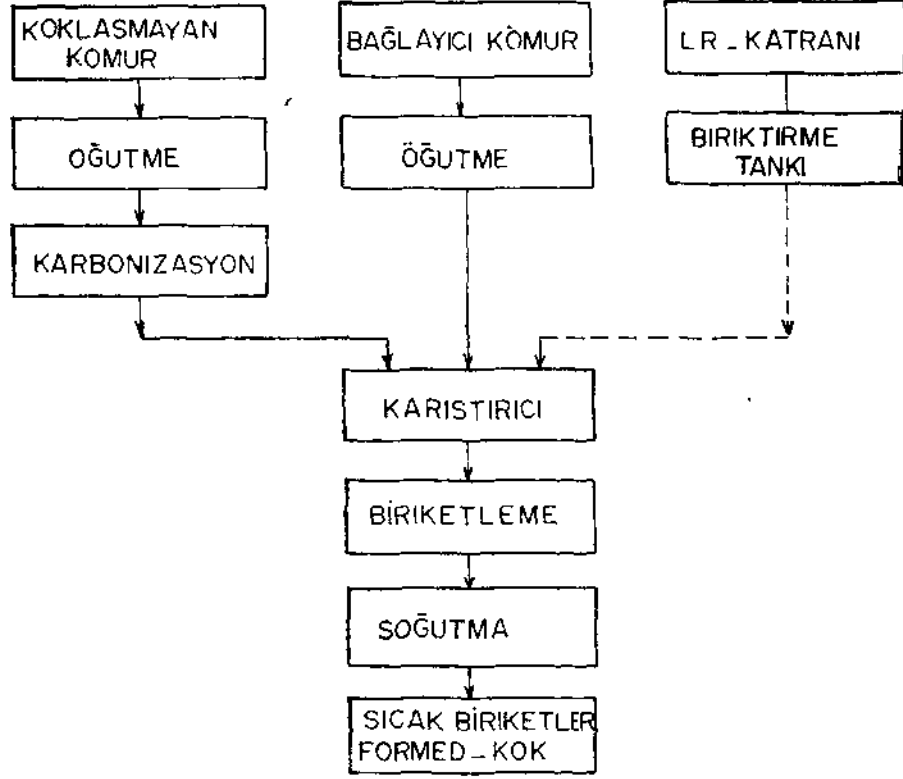
İkinci yolla yapılan birikitlemelerin % 70'ine yakın kısmı 700 - 800°C'a kadar ısıtıldığı için, biriketlerin uçucu kısımları genellikle %10'un altına düşmektedir. Batı Almanya'daki Bergbau Forschung araştırma kurumunda geliştirilen proseste, Şekil : 6'da da görüldüğü gibi, yüksek uçucuya sahip kömür, öğütüldükten sonra 750° C civarında karbonizasyona tabi tutulmakta, daha sonra da buna % 30 oranında, 1 mm. nin altına öğütülmüş koklaşan kömür ilâve edilerek biriketlenmektedir. Koklaşabilen kömür, karışım için 450°C'ta kadar ısınmakta ve plastikleşerek bağlayıcı vazifesi görmektedir. Bu yöntemle elde edilen metalürjik kok mukavemetine sahip sıcak biriketlerin (8) yüksek fırında redüksiyon koku olarak kullanılabilirliğini saptamak için, küçük çaptaki bir yüksek fırında (700 m³) bu sıcak biriketlerle eritme deneyleri yapılmış ve çok iyi netice alınmıştır (9). Ancak, deney sırasında, fırın geçirgenliğinin azaldığı, yani alttan daha yüksek basınçlı hava verilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, sıcak biriket veya sıcak biriketinin koklaştırılmasıyla elde edilecek uniform koka, gerekli şekil verilmek suretiyle, bu probleminde ortadan kaldırılabileceği kanısındadırlar.

İkinci yöntem olarak anlatılan sıcak biriketleme yolu da, memleketimiz açısından büyük öneme sahiptir. Koklaşmayan taşkömürlerimizden bu yolla sıcak biriket üretilme ve bu biriketlerin de metalürji sanayiinde kullanılma imkânı vardır. Bu konuda da MTA Enstitüsünde araştırmalar yapılması öngörülmektedir.

III — 3.5 Biriket Şarj Metodu :

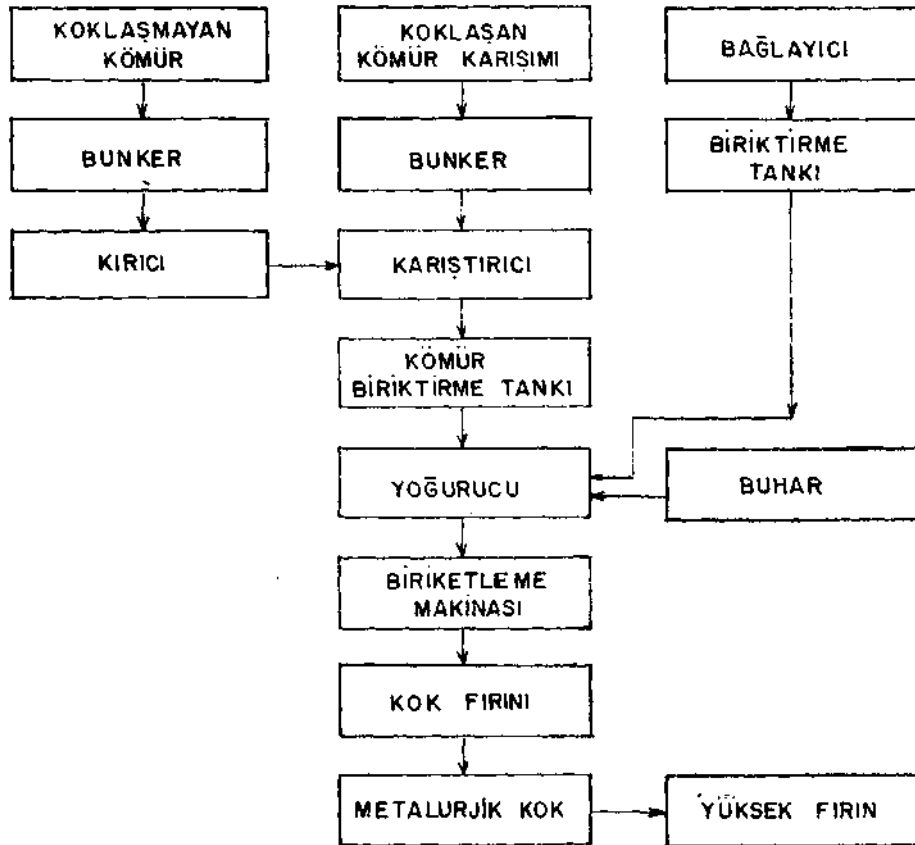
Japonya'da Sumitomo Metal Enstitüleri Litimed Şirketi tarafından geliştirilen ve Sumi - Coal sistemi diye adlandırılan biriket şarj sistemi

BFL - SICAK BİRİKETLEME PROSESİ AKIM ŞEMASI



1957 yılından beri kullanılmaktadır ve kok kalitesi ile operasyon şartları oldukça tatmin edicidir. Kok kalitesinin artırılması ve koklaşmayan kömür kullanarak ekonomik bir kok üretimi yapılması gayeleriyle geliştirilen bu proses Şekil : 7'de izah edilmektedir. % 8 kısmen koklaşan kömür, % 20 koklaşmayan kömürle % 2 oranında bağlayıcı ilâve ederek karıştırılıp biriketlenmekte ve daha sonra % 70 oranında, ince koklaşabilen kömürle birlikte konvansiyonel kok fırınına şarj edilmektedir. Bu prosesin kullanılmasıyla, yaklaşık olarak % 20 - 25 oranında koklaşmayan kömür ihtiva eden bir karışım, kok kalitesini düşürmeden kullanılabilir.

GELİŞTİRİLMİŞ BİRİKET ŞARJ METODU (SUMİ -COAL SİSTEMİ)



Sumi-Coal sistemi; aynı karışım kullanılarak (koklaşmayan kömür içermeyen), yalnızca kok kalitesini geliştirmek amacı ile uygulanırsa; kok-

laşan kömürün bir kısmı (% 28) bağlayıcı ilâvesi ile (% 2) biriketlenir ve kok fırınına şarj edilir. Bu prosesin uygulanması ile kok sağlamlığı, Japon DI³⁰ Indexine göre 1 ila 2 faktör artmaktadır. Ekonomi açısından bir değerlendirilmesi yapıldığında proses biriket ekipmanı ve biriket yapımının operasyon harcamaları dolayısıyla ek bir masraf gerektirmekte ve koklaşan ve koklaşmayan kömürler arasındaki fiyat farkının ton başına 6 \$ veya daha fazla olması halinde kârlı olmaktadır.

Ayrıca Sumitomo Metal Endüstrileri Limited Şirketi diğer bir Japon kimya şirketiyle birlikte bir rafinerinin vakum artık yağın «thermal cracking» işlemine tabi tutarak özel bir kekleşen madde yapmışlardır. Bu kekleşen madde, sadece koklaşan kömür yerine değil aynı zamanda bir bağlayıcı madde olarak da kullanılmaktadır. Petrol koku ilaveli geliştirilmiş biriket şarj metodu Şekil : 8'de görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER :

Memleketimizde koklaşan taşkömürü üretiminin sınırlı olmasına karşılık, demir-çelik sanayiinin gelişmesine paralel olarak metalurjik kok gereksinimi büyük bir hızla artmaktadır. Bu durumda; memleketimiz linyit rezervlerinin oldukça zengin olması noktasından çıkılarak, koklaşma özelliği olmayan kömürlerin metalurjik kok üretiminde kullanılabilmesi, bir başka deyimle metalurjik kok üretimine elverişli kömür bazının genişletilmesi olanaklarının aranmasının memleketimiz yararları açısından büyük önem taşıdığı sonucuna varılmıştır. Bu konuda birçok yabancı memlekette olumlu sonuçların elde edildiği değişik yöntem ve prosesler geliştirilmiştir. Ancak bu proseslerin dikkatle değerlendirilip, memleketimiz olanaklarına uygulanabilirliğinin saptanması ile metalurjik kok gereksiniminin bir kısmı yine yerli imkânlarla karşılanabilecek ve önemli miktarda döviz tasarrufu sağlanacaktır.

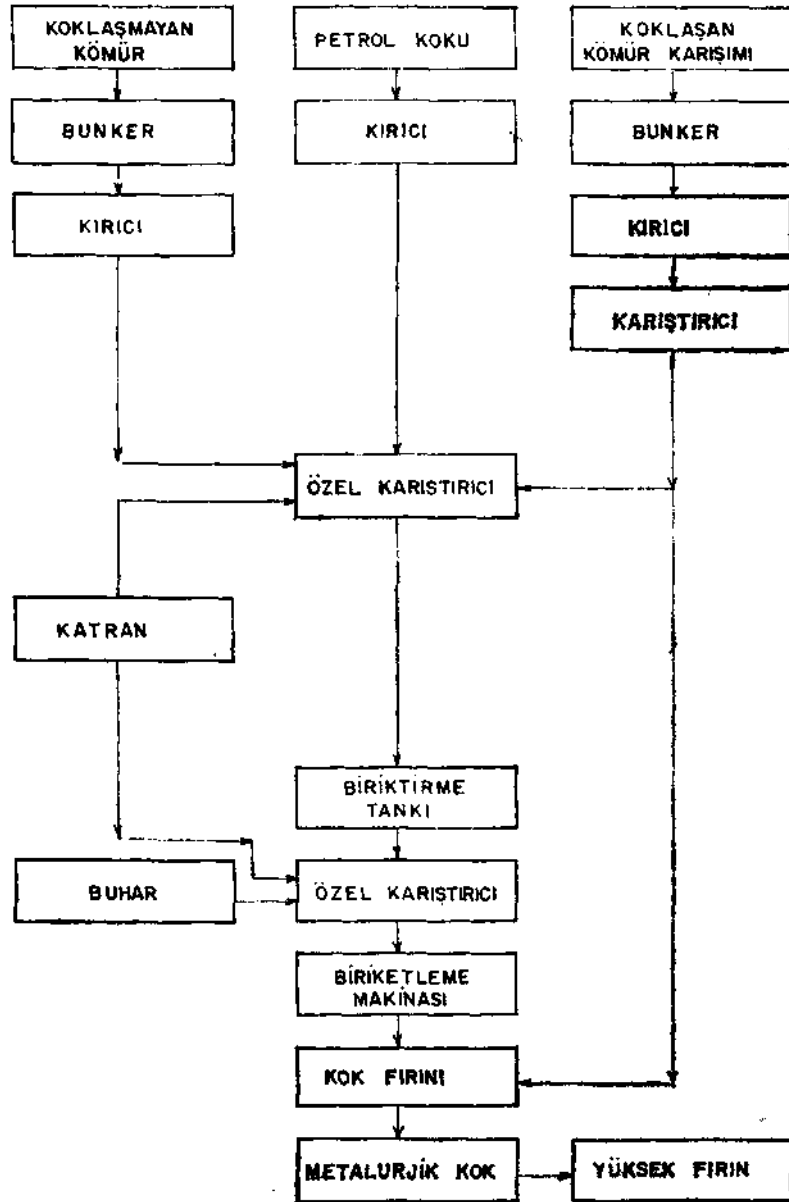
MTA Enstitüsünde de; memleketimiz için büyük önem taşıyan bu konuda hazırlık çalışmalarına başlanmış ve konu :

1 — Karışım-kok üzerine çalışmalar,

2 — Formed-kok üzerine çalışmalar olmak üzere iki parçada ele alınmıştır.

Formed - kok alanında yapılacak araştırmalar için çalışmalar yönlendirilmiş, tebliğin bazı kısımlarında da belirtilen laboratuvar çapındaki çalışmaların yanında Birleşmiş Milletler Teşkilâtı ve MTA Enstitüsü ortaklığıyla bir formed - kok projesi hazırlanmıştır. Bu proje ile, formed - kok

GELİŞTİRİLMİŞ BİRİKET ŞARJ METODU
(PETROL KOK İLAVELİ)



konusunda çalışacak elemanların, başka memleketlerde yapılan çalışmalarını yerinde görmeleri ve gelecek yabancı bir uzmanın da yardımıyla buradaki işlerin daha rasyonel yürümesi sağlanacaktır.

MTA Enstitüsü; mevcut laboratuvar ve eleman potansiyeli ile ilk denemelerin yapılması için gerekli tüm olanaklara sahiptir. Ancak, burada şunu vurgulamak gerekir ki, yapılacak araştırmalar neticesinde bulunacak olumlu sonuçların, endüstriyel ölçülerde uygulamaya koyulabilmesi için; MTA Enstitüsü, TKİ Kurumu ve Türkiye Demir - Çelik işletmeleri'nin işbirliği yapmaları da kaçınılmaz bir gereksinimdir.

Faydandan Kaynaklar :

- 1 — Chemistry of Coal Utilization. Supplementary Volume H.H. Lowry, Editor
- 2 — Neuere Verfahren zur Herstellung von metallurgischem koks und raucharmen Brennstoffen E. Klose
Freiberger Forschungshefte, A 469 (1970). S. 99/123
- 3 — Beitrag zur Beeinflussung der Plastizität von FI özfeinkohlen des Ruhrgebietes durch Zusätze H.R. Baybaum Brennstoff-Chemie Bd. 49 (1968). S. 316/20
- 4 — Braunkohlenverkokung als Veredlungsweg in Braunkohlenländern E. Rammler, Fleiherger Forschungshefte, A 277 (1964). S. 7/30
- 5 — Technologie und Chemie der Braunkohlenverwertung
E. Rammler und H.J.V. Alberti Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig 1962
- 6 — Herstellung von Formkoks für metallurgische Prozesse aus feinkörnigen Schmelzkoksenerdiger, Braunkohlen
Mevlüt Kemal
Dr. Ing. Dissertation, Tech. Univ. Clausthal. 1974
- 7 — Linyitlerin Sısak Usulle ve Bir Bağlayıcı Katılmadan Briketlenmesi
K. A. Jappelt ve M. Papila
MTA ve TBTA, MAG-207 No. lu ortak projesi, Ankara 1973
- 8 — Auscoke Process
P.F. Snowden. BHP Technical Bulletin Vol 20 No : 1 April 1976
- 9 — DKS Formed-coke process operation results and recent developments
Papar presented at the 36 th Ironmaking Conference of the Iron and Steel Society of AIME, held in Pittsburg, Pennsylvania, USA on April 17-20,1977
- 10 — Entwicklung un gegenwertiger Stand der Heissbrikettierung P. Schmalfeld und R. Roland Stahl und Eisen 94 (1974). H.16, S. 701/10

- 11 — Neue Ergebnisse des Versuchshochofens in Ougree A. Decher Und A. Poos
Stahl und Eisen 1968. S. 1407/14
- 12 — Possible Alternative Methods For The Manufacture of Solid Fuel For the
Blast Furnace J. E. Barker. Journal of The Iron and Steel Institute.
February 1971
- 13 — Lug. Schnell - Information. Formkoks Durch BFL - Heissbrikkettierung
- 14 — Prof. Dr. Rer. Not W. Peters. Entwicklungstand des
Berbbau - Forschung - Verfahren zur Kontinierlich
Formkoksherstellung. Glückauf, Aralık 1976
- 15 — Dipl-îng. F. Strunk, Doktora Çalışması 1971
- 16 — A process for Obtaining Moulded Shapes from sub - standard Fuels for
use as Domestic Fuel or Metallurgical Coke H.C. Nadi. S.B. Choudhury, M.S.
Lyengar and A. Lahiri The Regional Research Laboratory, Hyderabad
20-22 November 1961 Symposium Vol. 1

