

# SIVI KÖMÜR

Dr. Hanaslı GÜR

Kömür, geçmişte uzun zaman sanayileşmiş ülkelerin ekonomilerinin direği olmuştur da, geleneksel petrol ürünlerinin sunduğu, taşıma, fiyat ve çevre koruma gibi çeşitli kolaylıklar karşısında zaman zaman bunalıma girdiği olmuştur ve olmaktadır. Kömüre yeniden değer kazandırmak için, katının molekül yapısını değiştirme pahasına, akışkanlaştırma teknikleri düşünülmüş; ancak büyük yatırımlar gerektiğinden ekonomik nedenlerle yürütülemedi. Kömürün geleceği, katı durumu bozulmadan toz haline getirilerek oluşturulacak kömür-sıvı karışımlarındadır. Fransa'da henüz deneme aşamasında olan en yeni karışımlar ise, kullanıma hazır ve her tür buhar kazanına ve Diesel motoruna uyarlanabilecek bir yakıt elde edileceği umudunu veriyor. Artılmış kömür, su, birkaç damla fueloil ve bir tutam da, sıvının yayılma-ıslatma özelliğini artırıcı bir bileşikten oluşan bu yeni formülün, geleceğin yakıtında bulunması istenen akışkanlık, yüksek ısı değeri, az kül bırakma, geleneksel akaryakıtların fiyatını aşmama gibi tüm nitelikleri taşıması için yapılan araştırmalar coşkuya sürüyor.

## KÖMÜR KULLANIMININ TARİHÇESİ

Geçmişte, sanayileşmiş ülkelerin ekonomileri uzun zaman çeşitli kömürlerin kullanımına dayalı olmuştur. Çok bol olması, her kitada bulunması, açık havada bile işletilebilir olması, bu ısı değeri yüksek maden filizinin neden çok kullanıldığını açıklamaktadır. Ancak, sonraları petrol ürünlerinin bulunması ve taşınma kolaylıkları, işleticilerin çoğunun yakıt tüketim biçimlerini hızla değiştirmelerine yol açmıştır. Ayrıca, petrol türevlerinin kullanımının çevre korumada da bazı yararlar sağladığını da belirtelim.

Günümüzde, kömürlere de bu çerçevede yeni değer kazandırma çalışmaları başlamıştır. Sürdürülen araştırmalar üç büyük kolda ilerlemektedir: **Sıvılaştırma, gazlaştırma ve asıltı (süspansiyon) oluşturma** (kömürü toz haline getirerek, kömür-sıvı karışımı oluşturma).

Sıvılaştırma, başlangıçtaki katı kömürün petrol ürünlerine yakın özelliklerdeki bir sıvıya; gazlaştırma ise, katı kömürün gaz yakıtı dönüşürülmesidir. Her iki dönüşümün de büyük yatırımları gerektirmesine karşılık, son üründe, kömürün başlangıç enerjisinin yalnızca bir bölümünden yararlanılabilir. Ayrıca, doğal gazın önceliği vardır.



Kömürün akışkan duruma getirilmesini sağlayan sıvılaştırma ve gazlaştırma teknikleri, katının molekül yapısı düzeyinde değişimler yapma fiyatına çıkmaktadır. Asıltı oluşturma ise, tümüyle farklıdır; hazırlanma ilkesi son derece basittir: Kömürü, un gibi öğütmek ortalama tanecik boyutu birkaç mikron (1 mikron =  $10^{-3}$ mm) ve elde edilen tozu bir taşıyıcı sıvıda dağıtmak gerekir. Elde edilen ürün, kullanıcıya, akaryakıtların tüm kolaylıklarını sağlayabilir. Kömür asıltıları, farklı taşıyıcı akışkanların kullanıldığı iki grupta toplanır. Taşıyıcı akışkan bir gaz ise, kömürün işlenişi, katı-gaz asıltıları oluşturma tekniğine dayanır: Bu durumda, kuru toz haline getirilmiş kömür söz konusudur. Taşıyıcı akışkan, bir sıvı olduğunda ise, kömür-sıvı karışımları alanına girilmiş olur.

Kömürü toz haline getirme teknikleri birkaç on yıldan beri geliştirilmekte ve çeşitli sanayi kesimlerinde uygulanmaktadır. Taşıyıcı akışkan olarak, güvenlik nedenleri ile bir soy gaz seçilir. Silolarda toplanmış olan toz kömür basınçlı gaz boruları ile taşınarak, uygun bir ateşleyici ile yanma odasına püskürtülür. Bu yakıtla elde edilen alevin geometrisi fueloil alevininkine benzediği için, var olan birçok sanayi kazanının, bazı uyarılmalarla toz kömür tekniğine dönüştürülmesi düşünülebilir. Kömür-sıvı karışımlarına gelince, bunlar, toz haline getirilmiş kömürün bir ya da birden çok sıvı içindeki asıltılarıdır; sıvı, yanıcı olabilir ya da olmayabilir (su, fueloil, alkol...). Kömür-sıvı karışımlarını elde etmede çeşitli teknik güçlükler vardır: Yüksek kömür derişimi, düşük viskozluk, uzun süreli depolama, vb.

Kömür-sıvı karışımları kavramı yeni değildir; petrol sanayinin başlangıcından beri, kömür-fueloil karışımı olarak bilinmektedir. İki tür yakıtın kolaylıkları

birleştirilmek istenmiştir: Bir yanda kömürün bolluğu ve ucuzluğu; öte yanda, sıvı fueloilin kullanım kolaylıklarını. Ancak, petrol türevlerinin de bollasıp ucuzlaması ile, bu doğrultudaki araştırmalar durmuştur.

Daha sonra ve günümüze dek, kömür-sıvı karışımlarına yalnızca petrol alımlarının kesintiye uğradığı dönemlerde rastlanır. 1. ve 2. Dünya Savaşları ile 1920'lerdeki ekonomik bunalım sırasında kullanılmışlardır. Ağır fueloillerle beslenen savaş gemilerinde, hemen kömür fueloil karışımına geçilmiştir. 2. Dünya Savaşı'nın sonunda Almanların, Diesel motorlarını doğrudan kömür-su karışımı ile beslenecek biçimde elden geçirdikleri söylenir. Ne yazık ki, geliştirilen tüm teknolojinin, bu motorların üretildiği tek fabrikanın bombalanması sırasında yitirildiği sanılmaktadır.

1950'lerin sonlarında, teknik amaçlarla, daha çok alev çıkaran kömür-fueloil karışımlarını sanayi kazanlarına uygulama araştırmaları yapılmıştır.

Kömür-sıvı karışımları teknolojisinin asıl ortaya çıkışı, petrol fiyatlarının 1970'lerin başındaki ani yükselişi ile olmuştur. Bu gerginlik, miktar ve coğrafik dağılımı sınırlı bir doğal kaynağın ölçsüz tüketimi ne dayanan bir dünya ekonomisinin getireceği tehlikenin kavranmasını sağlamıştır. Bu kavrayış, bugün de, özellikle kömüre dayalı enerji çeşitlendirme araştırmalarına önemli bütçelerin ayrılmasını sağlamaktadır. Avrupa Topluluğu da, petrolün gelecekteki kaçınılmaz kıtlığının kötü etkileri duyulmaya başlamadan önce, teknik çözüm seçenekleri oluşturmaya yönelmelidir.

## ÇOK FARKLI İKİ ALAN OLARAK, SIVILAR VE ISLATILMIŞ KATILAR

Başta, katı-sıvı karışımları fiziğinden bilinen birkaç gözlemi hatırlamak yararlı olacaktır. Bir katı-sıvı asıtlısı için, **hacimsel derişim**, katının ve asıtlı oluşturmaya uygun sıvının doğasından bağımsız olan belirtgen bir büyüklüktür. Örneğin, katı ve onun yoğunluğu ne olursa olsun, katının sıvı içindeki maksimum limitini belirler; bu limitin altında, oluşan karışım, fiziksel özellikleri bakımından sıvı olarak bilinir. Bu hacimsel "limit" derişimin ötesinde, ıslak ya da nemli katı konusuna girilir; yine katı-sıvı karışımı söz konusudur; ama özellikleri sıvıların incelenme tekniklerine uymaz.

Genel çizgilerle açıklayacak olursak, katı-sıvı karışımlarının özelliklerindeki bu ani geçiş, sıvının hacmi, parçalanmış katının sergilediği yüzeyi ıslatmaya yetmediği zaman ortaya çıkar. Böylece, küresel parçacıklarının tümü aynı boyutta olan parçalanmış bir katı için, sıvının minimum hacimsel derişimi % 35'tir; karışımın akışkanlığını korumak için, bu değerin altına inmemek gerekir. Katının limit hacimsel derişimi ise % 65'tir. Bu sonucu, hepsi aynı boyutta olan kürelerden oluşan bir yığın **gözeneklilik** ile kar-

şılaştırmak ilginçtir; bu gözeneklilik de % 35 basamağındadır. **Gözeneklilik**, bir katı yığınının içindeki boş hacim demektir. Öyleyse, bu iki değerin özdeşliği rastlantı değildir. Gözeneklilik kavramı, limit hacimsel derişimin öngörülmesinde çok yararlıdır: Gözeneklilik artarsa, bu boş uzayı doldurmak için daha çok sıvı gerekecektir. Bu minimum doldurmanın sağlanmasından başlayarak, sıvı, karışım üzerine bir zorlamanın (basınç, yerçekimi gibi) uygulanması sırasında iki rol üstlenir: Bir yandan parçacıkların tümünü ıslatır ve böylece birbirlerine göre hareketlerinde kayganlık sağlar; öte yandan, karışıma uygulanma zorlama sonucu dalgalanmalar oluşmasını sağlar; böylece de karışım, bir sıvının makroskopik özelliklerini gösterir.

Ancak, bu tanıttığımız özelliklerin kömür-sıvı karışımlarına uygulanması ek bir karmaşıklık getirecektir; çünkü kömür parçacıkları, hepsi aynı çapta olan düzgün küreler değildir. Gerçekten de, kırma ve öğütme makineleri ile parçalanmış katı cisimler, az ya da çok heterojen yapıda bir parçacıklar topluluğu oluştururlar. Parçacık çaplarının gözlenmesi, alt ve üst olmak üzere iki sınır bulunduğunu göstermektedir; parçacık çapları, bu iki sınır arasındaki her değeri alabilmektedir. Buna **taneiksel dağılım** denir ve bu dağılım, ortalama bir çap ve toplulukta en sık rastlanan bir parçacık ile belirlenir.

İlk deneyimlerin gösterdiğine göre, toz haline getirilmiş kömürün parçacıkları küresel değildir ve buradan doğan taneiksel heterojenlik sorun oluşturur. Gerçekten, kömürün karışımındaki kütle oranı % 52'yi geçmez, karışım sıvı özelliklerini yitirir; kömürün buna karşılık gelen limit hacimsel derişimi ise % 44'tür (kömürün yoğunluğu 1,4 g/cm<sup>3</sup>). Bu da, belli boyuttaki tek tür küreler topluluğu için yukarıda belirtilmiş olan % 65 değerinden çok uzaktır. Ayrıca, akışkan karışımının viskozluğu üzerinde de bir sınırlama vardır; yakıtın, kazana, gerektiği gibi püskürbilmesi sağlanmalıdır.

Bu derişim koşullarında, ağır fueloil tüketimindeki ekonominin ise, % 30'un altında kalarak çok az olacağı hesaplanmıştır. Ayrıca, kömür-fueloil karışımı düzenine geçiş de ucuza çıkmayacaktır. Ağır fueloil ile çalışan bir kazana, kömürün yanmasından dumana katılan kül parçacıklarının (genellikle, kömürlerde bulunan çeşitli mineral maddelerin toplam ağırlık oranı % 10'dur) büyük bölümünü tutacak toz süzgeçleri eklemek gerekecektir. Ocakta bulunan küllerin toplanması ve boşaltılması için de gerekli değişiklikler (küllükler gibi) yapılmalıdır; ateşleyicilerin püskürtme parçaları, pompalar vb. değiştirilmelidir. Sonuç olarak, yapılması gereken yatırım önemlidir. Yakıt üzerinde sağlanan az bir ekonomi ile de, sistemin kendini ödemesi on-onbeş yıl gibi uzun bir zaman alacaktır. Enerji pazarlarındaki belirsizlik karşısında, bu uzun kendini ödeme zamanı, kömür-fueloil karışımları üzerindeki çalışmaların durmasını çabuklaştırmıştır.

Kömür-sıvı karışımları arasında en ilginç olanlarından biri, kömür-su türü karışımlardır. A fotoğrafında, kömür-su karışımının (kömür oranı % 70 olan) tipik alevi görülüyor; bu alev, sıvı için tasarlanmış ve karışımın özelliklerine uyarlanmış bir ateşleyiciden elde edilmiştir. B fotoğrafında görülen fueloil kazanlarına yakın geometriye sahip deneyel yanma odalarında sağlanan başarı, fueloil kazanlarının kömür-su karışımı kazanlara dönüştürülebileceğini düşündürüyor. Böylece, sıvı kömürler teknolojisini ile, kazan değiştirilmeden, fueloil yerine "kömür" kullanılabilecektir; bu da önemli bir ekonomik kazanç sağlayabilecektir.

A



B

Bu ekonomik soruna, iki çözüm yolu düşünülebilir: Biri, dönüştürme yatırımlarını azaltmak; öbürü, kömür-fueloil karışımlarından daha ucuz kömür-sıvı karışımları üretmektir. Birinci çözümde, kömürlerdeki mineral maddelerin oranını yeterli düzeylere düşürebilecek bir yöntem bulunabilirse, kül artıkları öngörülen ölçülerin altında kalacağından, toz süzgeçleri ve küllükler eklenmesi gerekmeyecektir. İkinci çözümde ise, kömür-fueloil karışımlarının pahalı bölümlerini oluşturan fueloil yerine, bol ve ucuz olan suyun kullanılması düşünülmektedir.

### FUELOİL YERİNE SU KULLANMAK

Başlangıçta yanıcı olmadığı için, suyun, hem yanmada hem de kömür-su karışımının taşınmasında bir ölü yük oluşturacağı düşünülebilir. Kömür-su karışımlarının hazırlanması, teknik olarak da çok zordur; yine de, 1980'lerin ilk yarısında, bir Amerikan kuruluşunca başlanabilmiştir. Bu karışımda, kömürün hacimsel oranı % 62'dir. Böylece, ideal hacimsel derişim değerine yaklaşmıştır; kömür-fueloil karışımlarında bu oranın % 43-44'te kaldığını görmüştük. Bu teknik başarının kökeninde, bu Ameri-

kan kuruluşunun, katı propergol (propergolü, "havasız yakıt" olarak tanımlayabiliriz; havanın oksijenini kullanmadan, oksijenli bileşiklerin yer aldığı kimyasal tepkimelerle, büyük enerjiler açığa çıkaran yakıcı ve yanıcı bileşikler topluluğu) üretiminde uzmanlaşmış olması vardır. Propergollerin hazırlanışında da, ilk adım katı-sıvı karışımları üretmekten geçer.

Günümüzde, bir katı-sıvı asıtlısının hacimsel derişim değerini önemli ölçüde yükseltmek için iki çözüm bilinmektedir: Biri fiziksel niteliktedir; öğütme ile ilgili olup, toz haline getirilecek katının taneciksel dağılımının özelliklerini etkiler. Öbürü ise, kimyasal niteliktedir; karışıma, sıvının yayılma-ıslatma özelliğini artırıcı uygun bir madde katılarak, katının ıslanabilirliği artırılır. Propergol teknolojisinde, sanayi seramikleri üretiminde ve bazı betonların hazırlanmasında, bu iki yöntem birleştirilerek uygulanmaktadır.

Limit hacimsel derişimi denetlemek için, gözetimliliği etkileme yolu tutulabilir. Genellikle, katının öğütülmesi sırasında, çok farklı çaplardaki parçacıklardan oluşan iki ya da daha çok parçacık topluluğu üretilir. Kolay anlaşılması için, iki parçacık toplulu-

ğ u bulunduğunu düşünelim; küçük çaplı parçacıklar, büyük parçacıkların yığına sokularak, aradaki boş uzayı kısmen dolduracaklardır. Düşüncemizi sürdürürsek, kalan boşluklar da, daha küçük parçacıklarla doldurulabileceklerdir. Böylece, parçalanmış katı yığınlarının gözenekliliği, çoklu tanelenme ile azaltılarak, limit hacimsel derişimin % 70'e ya da daha yukarıya çıkması sağlanabilir.

Katıyı parçalamada, gülleli öğütücülerin kullanıldığı **ıslak öğütme** tekniği seçilmiştir. Gülleli öğütücülerde, geometrik eksenleri çevresinde dönen, yatay olarak yerleştirilmiş büyük silindirlere bulunur. İşlenmemiş maddeler, silindirin bir ucundan, merkezi eksen üzerinde bulunan bir ilk açıklıktan silindire girerler; son ürün ise, silindirin öbür ucundan, yine merkezi eksen üzerinde bulunan ikinci açıklıktan dışarı akarlar. Çeşitli malzemeler, çelikten ya da daha çok kromdan güllerle doldurulmuş silindirin içinde, giriş ve çıkış açıklıkları arasında, silindir eksenini çevresinde dönerlerken, bir yandan da öğütülürler (çarpmalarla, ezilmelerle, vb.) ve birbirlerine kaşırlar. Kömür-su kaşımaları elde edilirken, genellikle, kömür ve su ayrı ayrı girerler; çıkıştan, kaşımış olarak alınırlar. Böylece, gülleli öğütücü, öğütme ve karıştırma temel işlemlerini gerçekleştirmektedir. Ayrıca, silindirlerin dönme hızı ve malzemelerin öğütücüdün geçiş süreleri ayarlanarak, taneciksel dağılım da kolayca değiştirilebilmektedir. Kömür parçacıklarının öğütücüdeki yoğunluğu ise, onların aşınmalarını sağlar. Böylece, köşeli biçimleri gitgide küreselliğe doğru değişir; parçacıkların yuvarlaklaşması katı-katı arasındaki sürtünmeyi azaltacağından, asılının akışkanlığı da artmış olur.

Kömür-su kaşımaları konusunda iki büyük sorun ortaya çıkmıştır. İki, teknik niteliktedir; kömürün hacimsel derişiminin % 70 olduğu bir kömür-su kaşımı, bir sıvıyağı gibi taşınır ve saklanır; ama kaşımın hazırlanmasında, bir tür kömür için kullanılan yöntem öbürüne uygulanamaz. Her bir tür kömürün sıvılaştırılabilmesi için ayrı bir yöntem geliştirmek gerekir. En başta, kömürlerin yapılarının karmaşıklığı ve birinden öbürüne büyük değişiklikler göstermesi, kömürü çeşitli boyutlarda öğütme işleminde, önemli güçlükler getirir; ayrıca, her kömür türünün parçacık yüzeyleri farklı fizikokimyasal özellikler gösterdiğinden, her bir tür için özel bir uygun yayılma-ıslatma artırıcı madde bulmak gerekir.

İkinci sorun ekonomiktir. Daha önce de belirttiğimiz gibi, bir sanayi kazanında kömür-su kaşımını kullanmak için, kazana duman tozu süzgeçleri ve küllükler eklenmesi gerekir; bu durumda ise, kömür-su kaşımını yerine kül çıkaran bir yakıt, özellikle de, çok daha ucuza mal olan kuru toz kömür yakılabilir.

Günümüzde, Batı'nın sanayileşmiş ülkeleri olan ABD'deki ve Avrupa'daki kömür-su kaşımaları üreticileri, toz kömür üretimine yönelmektedirler. Pet-



*Kömür-su kaşımalarının hazırlanmasında kullanılan gülleli öğütücü. Sanayide kullanılacak kömür-su kaşımalarının gerektirdiği ince tanelenmeyi sağlamak için, kaşımının hazırlanma zincirinde, aynı tür iki öğütücü birlikte kullanılır; böylece, ideal tanelenme dağılımına da olabildiğince yaklaşılmış olur.*

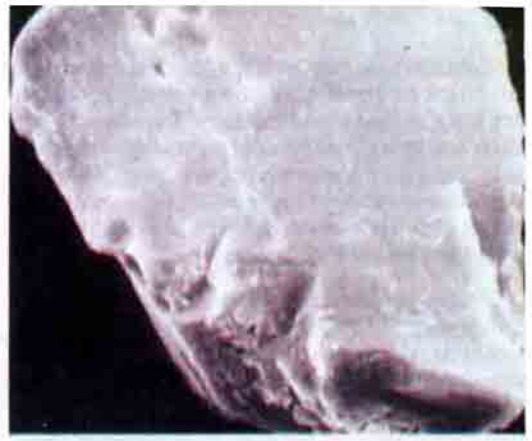


rol fiyatlarının başdöndürücü derecede düşmesi de, yeniden petrol tüketimini öne geçirmiştir.

Ancak, Çin'de ve Sovyetler Birliği'nde durum farklıdır. Bu iki ülke, çok bol olan petrol, gaz ve kömür kaynaklarını kullanmaktadır; kömürün de her tür kullanımı desteklenmektedir. Kömür-su kaşımaları alanındaki çalışmalar arasında, Sibiry kömürlerinin su aracılığı ile taşınması konusundaki, İtalyan mühendislerin de katkıda bulunacakları uzun soluklu dev projeyi anmak gerekir. Bu projede, kömür-su kaşımalarının, kullanıma hazır yakıtlar olarak, boru hatları ile Moskova sanayi bölgesine taşınması öngörülmektedir.

Çin'de ve Japonya'da ise, kömür-su kaşımalarının hazırlanması, yakılması, vb. ile ilgili teknolojiler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

A fotoğrafı, kuru öğütme ile elde edilen tanelenmedeki bir tanecığın keskin açılı ve pürüzlü yüzeyini; B fotoğrafı ise, yüksek derişimli ıslak öğütme ile elde edilen tanelenmedeki bir tanecığın, çok aşınmış ve kaygan yüzeyini gösteriyor.



## İKİNCİ KUŞAK KÖMÜR-SIVI KARIŞIMLARI

Yazımızın başından beri incelemekte olduğumuz kömür-sıvı karışımlarına **birinci kuşak karışımlar** adı verilmiştir. Birinci kuşak kömür-sıvı karışımlarının içinde bulunduğu çıkmaz, bir yanıyla, ekonomik niteliktedir. Çünkü ucuz bir sıvı yakıt elde edilmek istenmiş; sıvı yakıt elde edilmiş, ancak ucuzluğu sağlanamamıştır. Bu nedenle, 1983 yılından beri, kullanılacakları düzeneklerde fazla teknik değişiklik gerektirmemeleri istenen, **ikinci kuşak kömür-sıvı karışımları** kavramı ortaya çıkmıştır. Birinci kuşak karışımlarda, kömürün pratik bir biçime konulmasının söz konusu olmasına karşılık, ikinci kuşak karışımlarda tam bir akaryakıt elde etmek amaçlanmıştır; ayrıca, teknik ve ekonomik sorunlar da üreticisi tarafından yüklenilerek, kullanıma hazır duruma getirileceklerdir...

İkinci kuşak kömür-sıvı karışımlarının elde edilmesinde çözülmesi gereken ilk sorun, kömürlerin artılması, yani küllerinden temizlenmesidir. Kömürlerde, kül oluşmasına neden olan mineral maddeler nasıl birikmişlerdir? Bunlar, nereden gelmektedir? İki köken düşünülebilir: Bir yandan, birikerek kömür yataklarını oluşturan bitkisel artıklarda mineral tuzlar bulunmaktadır. Öte yandan, minerallerle yüklü yeraltı suları kömür yataklarından geçmektedir; bu suları soğuran ve süzen kömürler ise, bu yabancı maddeler için tuzak oluşturmaktadır. Kömürlerin iç derinliklerinde oluşan ıslanmaların yol açtığı yüksek basınçların ve sıcaklıkların etkisi ile de, dağılmış durumdaki mineral tuzlar biraraya gelip kaynaşarak kristalimsi yapılar oluşturmaktadırlar. Bunların boyutları birkaç on mikronu pek geçememekte; kimyasal bileşimleri de, genellikle siliko-alüminatlardan oluşmaktadır. Kömürlerin çoğunda, önemli oranlarda da metal sülfürler, özellikle de, pirit denen demir sülfür (FeS) bulunmaktadır.

"Doğal" diye niteleyebileceğimiz bu mineral varlığından bağımsız olarak, kömürün yeraltından çıkarılış sırasında, kömür yatağını çevreleyen toprak

ve kaya parçalarının da çıkması, ek bir kaçınılmaz kirliliğe neden olur. Maden yatağından çıkışta, ayıklama ve yıkama işlemleri ile, kömürdeki bu yabancı maddeler önemli ölçüde azaltılabilir; ancak bu arada, önemli miktarlarda da ince kömür kırıntılarını atılmış olur.

Mineral maddeleri kömürden ayırmak için, bunların oluşturduğu ve kömürün içinde yer alan kristalimsi küçük yapıları açığa çıkarmak amacı ile, ilk adım olarak, bir öğütme işlemi uygulanması kaçınılmazdır. Bundan sonra, ayıklamak içinse, çoğu fiziksel nitelikli birçok yöntem uygulanabilir. Mineral maddelerin yoğunluğu, kömürünkinin 2-5 katı olduğu için, merkezkaçlı ayırma yöntemleri uygundur. Çoğu zaman, iki türün yüzey özellikleri de farklıdır; kömür susevmez (hydrophobe), mineral maddeler ise susever (hydrophile) dir. Yüzdürme ve seçmeli topaklaştırma yöntemleri bu farklılıktan yararlanır. Fiziksel ayırma yöntemleri arasında, bu iki türün, şiddetli bir elektrik alanında farklı davranmasından yararlanan elektrostatik ayırmayı da sayabiliriz.

Fiziksel yöntemlerin yanında, kimyasal ve biyolojik yöntemler de araştırılmaktadır. Asit ya da bazlarla, mineral maddeleri seçmeli yakalama yöntemi bazen iyi sonuçlar vermektedir; ancak çok pahalıdır. Metal sülfürleri kömürlerden ayırmak için, bunların özel bakterilerce tüketilmesi yöntemi ise, daha birkaç yıllık çalışma ile geliştirilmelidir.

İkinci kuşak karışımlar çerçevesinde, kömür-fueloil-su gibi uygun oranlı üçlü karışımlar üretmek de düşünülmektedir. İkinci kuşak kömür-sıvı karışımlarının yararı, yalnızca "fueloil" kazanlarının kolayca dönüştürülebilmesi ile sınırlı değildir; mineral maddelerden kısmen arındırılmış olmaları sayesinde, sanayide kullanılan Diesel motorlarına da, bu motorlarda yapılması gereken bazı önemli değişikliklerin (motorun iç geometrisinde, yakıtın motora katılma biçiminde ve motor yapım malzemelerinde) gerçekleştirilebilmesinden sonra uygulanabileceklerdir.

**KAYNAK** : Oliver FRANÇOIS ve Gérard ANTONINI, *La Recherche*, No. 202, Eylül 1988, Sayfa 1038-1048.