

KURU KÖMÜR HAZIRLAMA YÖNTEMLERİ

Dry Coal Cleaning Methods

Vedat ARSLAN^(*)

ÖZET

Bu çalışmada kuru zenginleştirme yöntemleri hakkında kısaca bilgi verilmektedir. Klasik yaş metotlara göre kömür kullanıcısı için kuru yöntemlerin birçok avantajı vardır. Özellikle termik santrallarda değerlendirilen yüksek nem ve kül oranına sahip linyitler için kuru yöntemle zenginleştirme, üzerinde durulan bir yöntem olmaya başlamıştır. Bunun nedeni genelde tüvenan olarak kullanılan genç kömürlerin yüksek kül oranının yarattığı problemlerin azaltılma isteğidir. Yaş yıkama ile, kül oranındaki düşüğe bağlı enerji içeriğindeki artışın büyük kısmı yüzey nemi artışı ile kaybedilmektedir. Bazı düşük ranklı kömürler suyla muamele edildiğinde ufalanabilmekte, nem ve aşırı ince tanelerden kaynaklanan sorunlara sebep olabilmektedir. Kimyasallar içeren ince taneli çamurun atılması, baraj yapımı ve bakım maliyetleri önemli oranlarda olabilmektedir. Kuru yöntemlerin geçmişteki en önemli dezavantajı verim düşüklüğü olmuştur. Ancak günümüzde gelişen yeni teknolojilerle, özellikle sadece serbest taşların atılmasıyla bile termik santral için önemli faydalar sağlayabildiğinden, kuru kömür hazırlama yöntemleri tekrar önem kazanmaya başlamıştır.

Anahtar kelimeler: Kömür, Kuru Zenginleştirme.

ABSTRACT

In this study, a short view was given on dry cleaning methods. Dry cleaning provides a number of advantages for coal consumers over the conventional wet processes. Dry beneficiation methods are gaining importance especially for lignites with high moisture and ash content being used in thermal power plants in order to decrease the problems arising from high ash content of the run of mine coal. After wet cleaning, much of the improvement in energy content derived from ash reduction is offset by surface moisture gain. Some low-rank coals can be broken down upon exposure to water, generating excessive fines, which result moisture and handling problems. Besides the cost of fine slurry disposal in general can be significantly high. On the other hand the main disadvantage of dry coal beneficiation is low performance. However, with the new developments in coal processing technologies, dry beneficiation methods are gaining importance since even removing of the free stones from coal, accounts big benefits especially for power plants.

Keywords: Coal, Dry Cleaning.

^(*) Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak., Maden Müh. Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, vedat.arslan@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

Türkiyede 8.3 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır. Bu rezervin % 80'i 2500 kcal/kg'ın altında ısı değere sahiptir. Isıl değerinin düşüklüğü nedeniyle kömürlerin büyük çoğunluğu termik santrallarda değerlendirilmektedir. Tüvenan olarak termik santrala beslenen kömürler, değirmenlerde aşınmalara, kazan borularında aşınmalara, kurum oluşmasına, curuflaşma ve asılma problemlerine, parazitik kayıplara, üretim kayıplarına vs sebep olabilmektedir. Özellikle tüvenan beslemede kaynağa bağlı kömür kalitesinde sürekli değişim meydana geliyorsa, bu sorunların daha da artmasına neden olmaktadır. Ayrıca yüksek kül oranına sahip kömür elektrik üretiminden külün depolanmasına kadar bir çok ilave maliyetlere neden olmaktadır. Bu maliyetleri gidermenin yolu ise kömür kül oranının yıkama yoluyla düşürülmesi olmaktadır (....., 2001; Alderman, 2001).

Kömür yıkama tesisinin kurulması ve işletilmesi ek bir maliyet yükü olarak algılanmakta, ayrıca çevre ve diğer etkenlerden dolayı kömür yıkama işlemine termik santrallarda kullanılan kömürler için pek sıcak bakılmamaktadır. Ancak zenginleştirme yoluyla kömürün kül ve kükürt oranını düşürmek termik santral işletmeciliği açısından bir çok avantajı birlikte getirmektedir. Değirmenlerde ve kazanlarda düşen bakım ve onarım giderleri kömür yıkamanın getireceği ilave yükü fazlasıyla karşılayabilmektedir.

Kömür kül oranını düşürmek, kül depolama sorunlarını, bacadan çıkan partikül madde emisyonlarını ve ağır metal emisyonlarını da azaltarak işletmenin üzerindeki çevreci baskıların ve bunların getirdiği maliyetlerin de azalmasını sağlamaktadır.

Kömür kül oranının düşürülmesi, üretici için daima ek maliyetler demektir. Bunu karşılamanın yolu ise, satış fiyatının yükseltilmesidir. Ancak satış fiyatını yükseltmek için gerekli yaklaşımı sağlamak ancak üretici ve kullanıcı arasındaki uzlaşma ile mümkündür. Burada kullanıcının yani termik santral yöneticisinin bu kömürün iyileştirilmesinin getireceği avantajın bilincinde olması gereklidir.

Türkiye'deki kömürlerin büyük çoğunluğu düşük ısı değerli olmasının yanında oluşum olarak düşük ranklı genç kömürlerdir. Yüksek oranda nem içeren bu kömürlerin çoğunda yantaş olarak kil bulunmakta ve yaş yöntemle yıkamayı

olumsuz etkilemektedir. Bunun yanında yaş yöntemle yıkamada, kül oranının düşürülmesi ile elde edilen ısı değeri artışı, genç kömürlerde yüzey nemi artışının fazla olması nedeniyle tekrar düşmekte yani önemli bir kazanç elde edilememektedir. Ayrıca sulu ortamda zenginleştirilen genç kömürler daha sonra stokta kuruma esnasında çok büyük oranda ufalanmaya maruz kalmakta ve kayıpların yanında yükleme-aktarma ve benzeri işlemler zorlaşmaktadır.

Yaş yöntemlerde önemli bir maliyet unsuru olan suyun neden olduğu tesis atık problemleri, kuru yöntemlerde oluşmamakta, büyük hacimli havuzlara gereksinim duyulmamakta, kömür nemi artmamakta, işlem daha basit olmaktadır. Ayrıca kışın sert geçtiği bölgelerde suyun donması da önemli bir yaş yöntem dezavantajı olmaktadır.

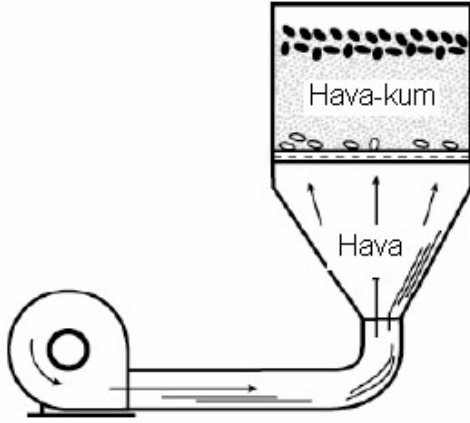
Termik santrallarda kullanılan kömürlerin kazana hep aynı özellikte girmesi ve kazan dizaynına uygun özelliklerin değişkenlik göstermemesi istenmektedir. Bu açıdan bakıldığında, termik santrala beslenen kömürleri, kazan dizayn değerlerine göre çok düşük kül oranlarına yıkamaya gerek yoktur. Dolayısıyla, tüvenan kömürün içerisindeki serbest haldeki yantaşları atmak yeterli olabilmektedir. Bu durumda performansı düşük olan kuru kömür zenginleştirme yöntemleri bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır.

2. KURU AYIRMA YÖNTEMLERİ

Kuru yöntemle kömür zenginleştirmenin gelişimine bakıldığında, bir çok aygıt ve yöntemi kapsadığı görülmektedir. Kuru ayırma yöntemlerinin esas fiziksel özellik farklarına dayanmaktadır. Bunlar yoğunluk farkı, ufalanma direnci farklılığı, renk farkı, elektriksel özellikler, manyetik duyarlılık gibi fiziksel özelliklerdir. Yoğunluğa göre kuru yöntemler havayı ortam olarak kullandığı için bunlar havalı yöntemler olarak da adlandırılabilir. Bunun dışındaki yöntemler, diğer fiziksel özellikleri ya da bunların kombinasyonlarını temel almaktadır. Bu nedenle aşağıda gravite esaslı yöntemler ve gravite dışındaki fiziksel yöntemler olmak üzere iki ayrı grupta bu yöntemler toplanmıştır.

2.1. Gravite Esaslı Yöntemler

Kuru ayırma yöntemlerinin büyük çoğunluğu ayırma kuvvetlerini oluşturmak için hava akımını



Şekil 1. Fraser hava-kum ayırıcısı.

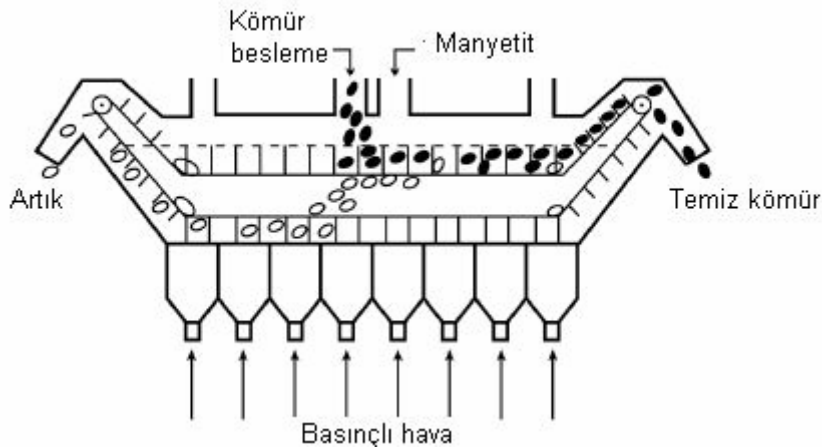
kullanmaktadır. Bu pnömatik yöntemler, havalı ağır ortam aygıtları, hava masaları ve hava jigi olarak gruplandırılabilir. Bunların içerisinde en yüksek kullanım şansına hava jigleri sahiptir (Osborne, 1988; Donnelly, 1999; Alderman, 2001).

1930'ların başında Fraser hava-kum prosesinde havayı 12 meş altı kumu akışkanlaştırmak üzere kullanmış ve böylece ağır ortam ayırmasını oluşturmuştur. Bu ekipmanın çalışma prensibi Şekil 1'de görülmektedir. 50 -10 mm kömürün temizlenmesinde verimli olarak kullanılabilirdiği belirtilmektedir. Her 1 ton kömür için 3 ton

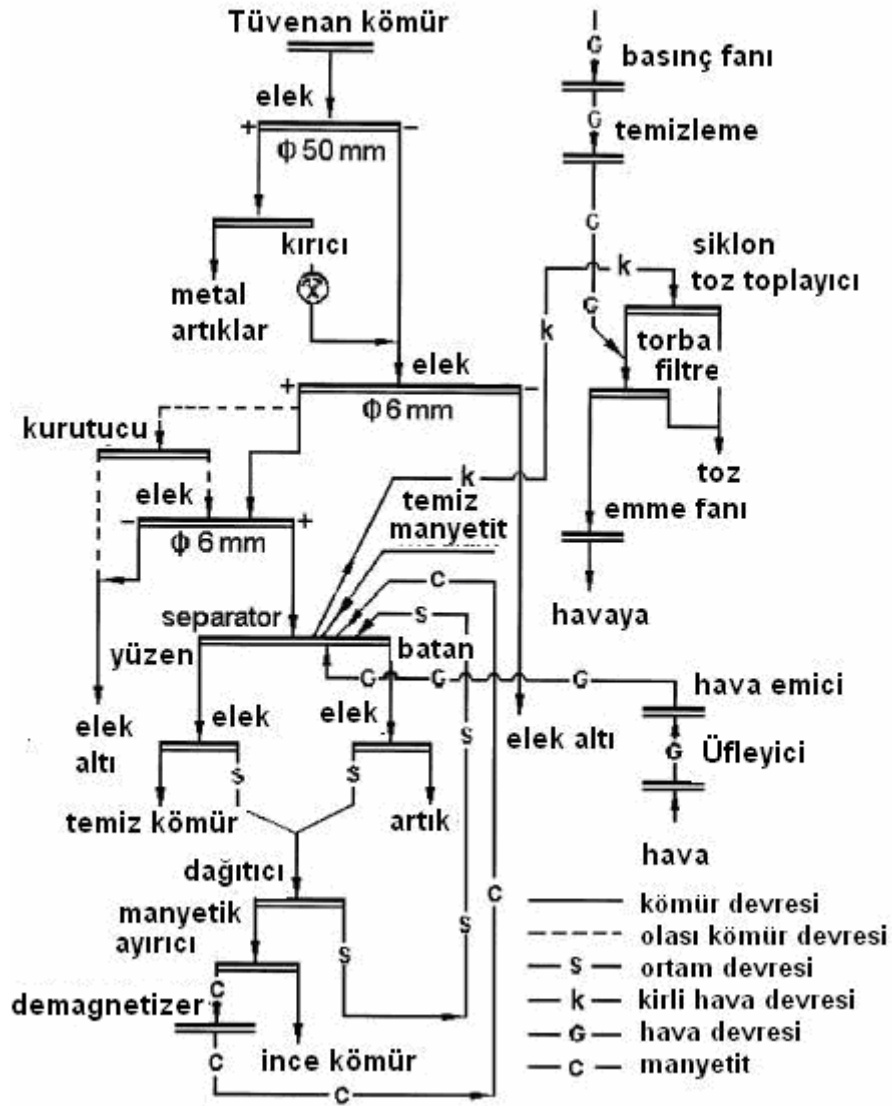
civarında kum dolaştırılmakta ve ton başına yaklaşık 1.5 kg kum kaybı olduğu belirtilmektedir (Alderman, 2001).

ABD ve Çin'de eş zamanlı olarak havalı ağır ortam ayırması üzerine çalışmalar ortaya konulmuş, ABD'deki çalışmalar daha çok laboratuvar ölçeğinde, dar tane sınıfında havalı manyetiteli ağır ortam ayırması üzerine olurken, Çin'de geliştirilen aygıt ise laboratuvar ölçeğinden 50 mmx6 mm kömür için 50 t/saat kapasiteye kadar çalışabilen bir aygıt olmuştur (Şekil 2). 50 t/saat kapasiteli ünitenin 1.3 den 2 g/cm³ ayırma yoğunluğuna kadar % 85 verimle çalıştığı belirtilmektedir. Örnek bir akım şeması Şekil 3'de verilmektedir (Alderman, 2001; Fan ve ark., 2003; Xu ve Guan, 2003; Chen ve Yang, 2003).

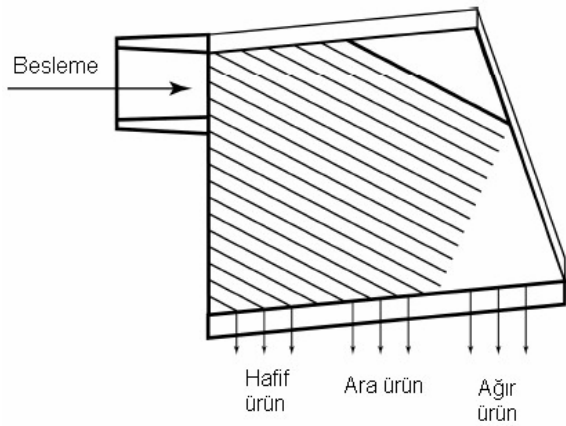
Hava ile çalışan gravite esaslı yöntemlerin bir diğeri olan hava masaları ilk olarak 1924'lerin başında New Mexico ve Oklahoma'da Sutton, Sutton ve Steele masası (3-S) olarak kurulmuştur. Şekil 4'de verilmiş olan 3-S masası şekil ve çalışma prensibi olarak Deister masalarına benzemektedir. Ancak farkı su yerine hava kullanılmasıdır. Çalışma prensibi gıda sektöründe taş ayıklayıcı (destoner) olarak kullanılan Saxon cleaner'a (Şekil 5) benzemektedir. Üstten eğimli yüzeye sahip masaya beslenen tüvenan kömür, elek şeklindeki masa yüzeyinden gelen hava ile akışkanlaşmakta, hafif olan ve hava akımı ile



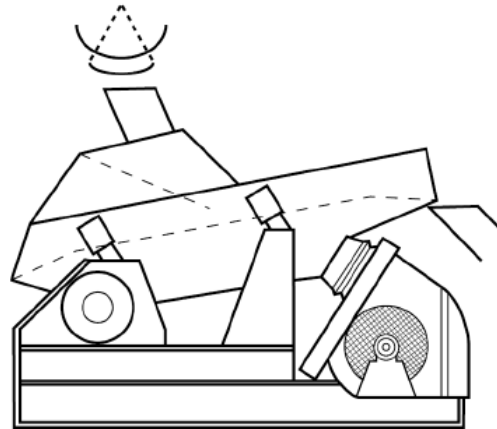
Şekil 2. Hava-manyetiteli ağır ortam ayırıcısı.



Şekil 3. Havalı Ağır ortamla kömür temizleme devresi (Chen ve Yang, 2003)



Şekil 4. Havalı masanın şematik görünümü.

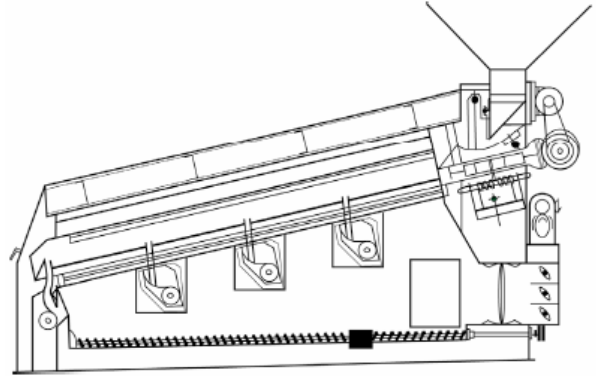


Şekil 5. Saxon cleaner

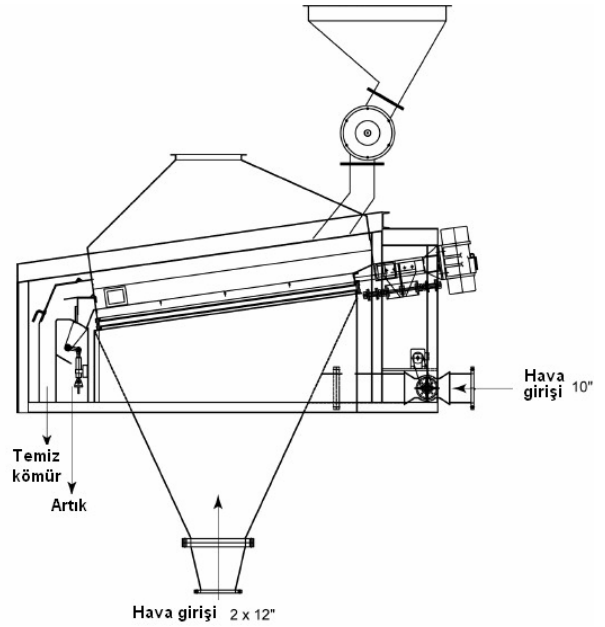
akışkanlaşmış kömür aşağı doğru akarken, elek yüzeyine temas eden yantaş, eksantrik hareketli elek yüzeyi üzerinde eğim tersi yönünde taşınarak masadan uzaklaştırılmaktadır. Elek yüzeyi üzerine monte edilen çitalar, artığı yönlendirmek için kullanılmaktadır. Havalı masada besleme malı kalitesi stabil olmalı, dar tane aralığında besleme yapılmalıdır. Çalışma şartlarının hassaslığı gereği kapasitesi düşüktür.

Gravite esaslı çalışan havalı ayırıcılardan üçüncü grubu havalı jigler oluşturmaktadır. Havalı jiglerin ilki sayılabilecek Şekil 6'da verilen "Stump AirFlow Jig" 1932'de Earl Stump tarafından geliştirilmiştir. Makina eğimli, titreşimli, elek şeklinde bir yüzeyden oluşmaktadır. 2.5 kPa civarındaki basınçlı hava delikli yüzeye alttan verilmekte ve altta yoğunluğu yüksek taş, üstte hafif olanlar (kömür) olmak üzere tabakalaşma meydana gelmektedir. Artık, yataktan elek yüzeyi boyunca yerleştirilmiş üç boşaltma ünitesi ile alınmaktadır. Yüzeyin sonunda dördüncü bir boşaltma sistemi ara ürün için yerleştirilmiştir. Çok sayıda taş çıkış düzeneği olması, yatak kalınlığının ve artık içeriğinin az olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle de besleme ve çıkış bölgeleri arasında direnç farklılıkları meydana geldiği için, elek yüzeyi altına seramik topraklar havanın kısa devre yapması engellenmeye çalışılmaktadır. Seramik toprakların oluşturduğu tabakanın kalınlığı besleme tarafından, çıkış tarafına doğru artmaktadır. İlk aygıtlar sadece 0.46m x 0.61 m genişliğindedir. Ancak zamanla dizaynlar gelişmiş ve SuperAirFlow makineleri 2.4 m genişlik ve 50mm x 0 besleme için 135 t/saat kapasiteye ulaşmıştır. Kapasitenin yüksekliği nedeniyle kuru yöntemler içerisinde en popüler havalı jigler olmuştur. Ancak, daha düşük küllü kömür eldesinin hedeflenmesi nedeniyle, yaş yöntemlere geçiş olmuş ve ABD' de son havalı jig 1990 da devre dışı bırakılmıştır (Donnelly, 1999; Alderman, 2001).

Havalı jiglerin gelişmiş bir modeli AllAir jigdir. Şekil 7'de görülen AllAir jigde hava tüm jig yüzeyinde dengeli dağılmakta ve ürün çıkışları sadece jig sonundaki tek noktadan olmaktadır. Bu sayede jig üzerinde uygun engelli çöküş klasifikasyonu ve ara boşluklardan sızma ayrışması düzgün bir şekilde gerçekleşebilmektedir.



Şekil 6. Stump AirFlow jig



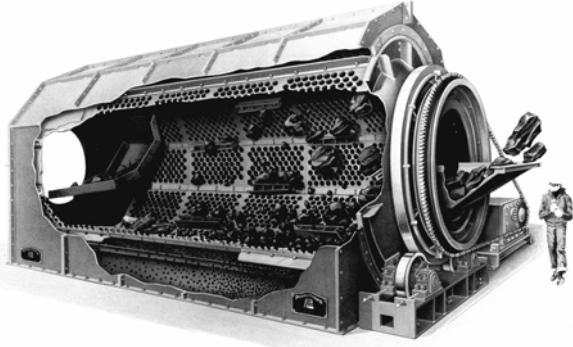
Şekil 7. AllAir Jig

2.2. Gravite Dışındaki Fiziksel Özellik Farkına Dayalı Yöntemler

Bu başlık altında, mekanik özellik, renk farkı, elektriksel özellik, manyetik duyarlılık, sürtünme direnci vb özellikleri temel alan yöntemlerden bazıları ile ilgili özet bilgiler verilecektir.

2.2.1. Bradford Kırıcısı

1893 yılında endüstriyel kullanıma giren Bradford kırıcısı kömür ve yan kayacın kırılabilirlik farkından yararlanan bir selektif kırıcı ve ayırıcı görevi görmektedir. İçerisinde raflar içeren bir tromel elek yapısındadır. Kırıcı içine giren iri tüvenan kömür raflar tarafından üst noktaya kadar kaldırılır ve buradan sert plaka



Şekil 8. Bradford tipi döner kırıcı.

yüzeyle düşmesi sağlanır. Yan kayaca göre daha kırılabilir olan kömür ufalanarak plakalardaki deliklerden aşağı düşerken (Şekil 8), iri boyutta kalan yan kayacın kırıcı çıkışından dışarı atılır. Bradford kırıcısı ülkemizdeki bazı tesislerde mevcuttur (Osborne, 1988; Alderman, 2001).

Bradford kırıcısı dışında kömür ve yan kayacın arasındaki aşınma ve kırılabilirlik benzeri özelliklerden yararlanarak bir ön temizleme sağlayan çeşitli yöntemler üzerinde araştırmalar sürdürülmüştür. Bunlardan kömür ve yan kayacın aşınma farklılığına dayalı aygıtlar 1868'de imal edilmeye başlanmıştır. 1898'de imal edilen Pardee spirali, 1903'te imal edilen Langerfeld separator bunların önemlileridir (Alderman, 2001).

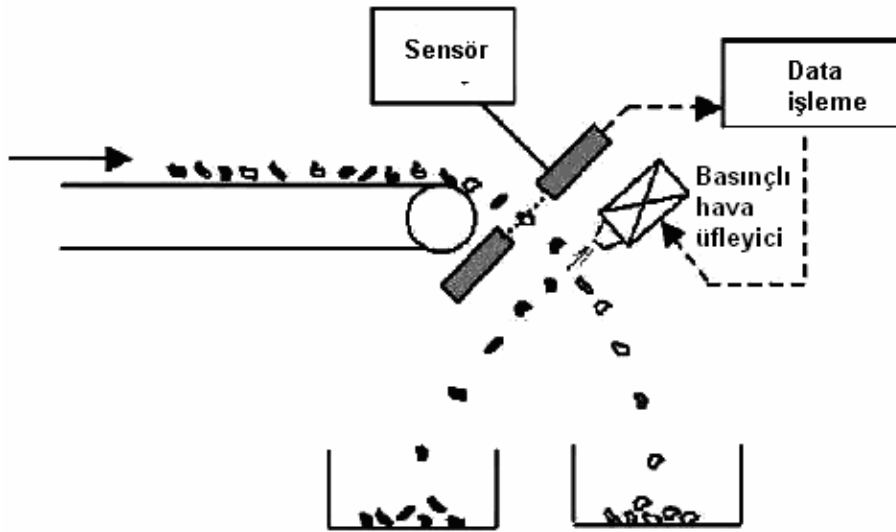
2.2.2. Ayıklama

Parça olarak kullanılan ve renk farkı ile kolay ayrılabilen tüm cevherlerde olduğu gibi kömürde de ayıklama ile zenginleştirme uygulanmıştır. Ayıklama elle ve otomatik olmak üzere iki yolla yapılabilmektedir. Elle ayıklama günümüzde, düşük yatırım gideri nedeniyle, bazı işletmelerde hala uygulanmaktadır. Otomatik ayıklamada ise bu amaçla geliştirilmiş çeşitli aygıtlar mevcuttur.

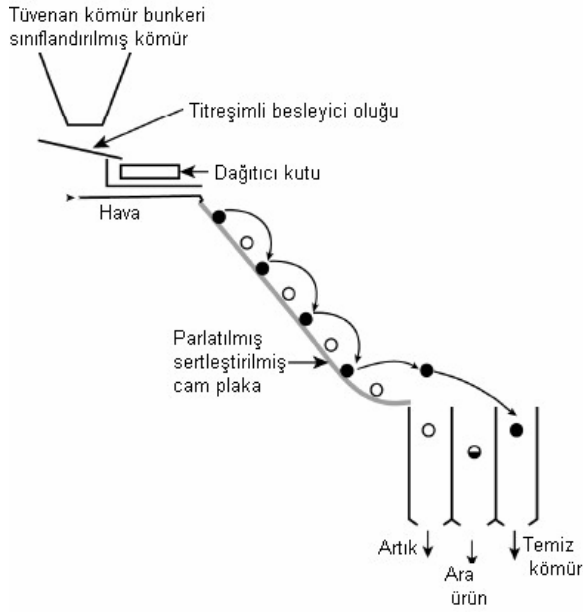
Otomatik ayıklama 20. yüzyıl başlarından sonra araştırılmaya başlanmış bir yöntemdir. Çalışmalar, elektrik, x-ışını, optik tanımlama, elektromanyetik tanımlama gibi yöntemler üzerine olmuştur. Geliştirilmiş ve patent alınmış bir çok yöntem vardır. Ancak bunlar çeşitli sorunlar nedeniyle uygulamada yer bulamamışlardır. Otomatik ayıklayıcının çalışma prensibi Şekil 9'da görüldüğü gibidir.

2.2.3. Berrisford Ayırıcısı

Berrisford ayırıcısı 1925'te ortaya çıkan ve sadece sürtünme katsayısı farkından değil aynı zamanda esneklik ve özgül ağırlık farkından da yararlanarak kömür ve yantaşın birbirinden ayrılması için gerekli ortamın oluşturulduğu bir aygıttır. Şekil 10'da görüldüğü gibi Berrisford ayırıcısı parlatılmış bir cam plakadan oluşmaktadır. Mineral maddeler bu yüzeyden aşağı doğru daha düşük hızlarda kayma eğilimi gösterirken, daha az direnç gösteren kömür tanecekleri aşağı doğru daha hızlı yol alırlar.



Şekil 9. Otomatik ayıklama sistemi şematik görünüşü.



Şekil 10. Berrisford ayırıcısı.

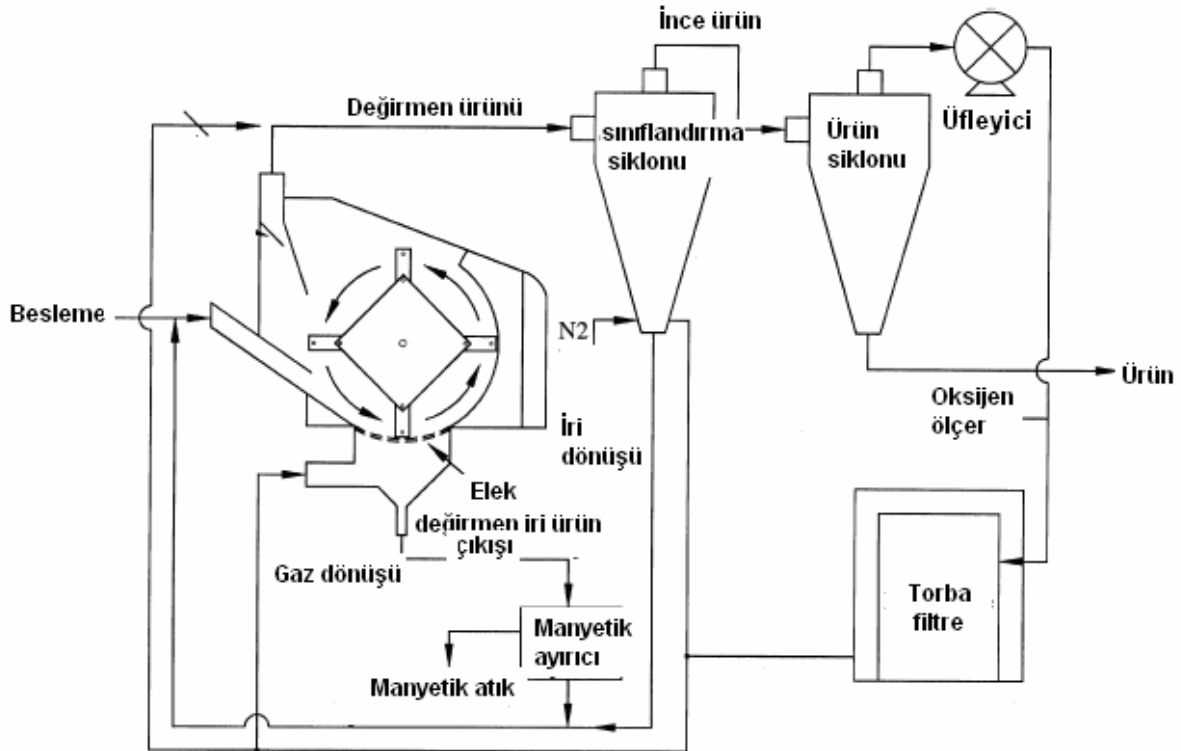
Sonuç olarak, aşağıya doğru daha hızlı yol alan kömür tanecikleri Şekil 10'da gösterildiği gibi ayrı hareket ederek yan taşından ayrılırlar. Teorisinden de anlaşıldığı üzere, her taneciğin

cam plaka ile temas etmesi gerekmektedir, bu nedenle de kapasitesi oldukça düşüktür (Alderman, 2001).

2.2.4. Manyetik ayırma yöntemleri

Manyetik duyarlılık farkından yararlanarak kömür kül oranının azaltılması üzerine bir çok araştırma yapılmış ancak henüz endüstriyel uygulama şansı bulamamıştır. Manyetik ayırma ile kül oranının düşürülmesi çalışmalarında iki yol izlenmiştir. Birinci yöntemde bazı ön hazırlıklardan sonra doğrudan manyetik alanda kömürün kül oranı düşürülmeye çalışılmıştır. İkinci yol ise kömürün ya tamamen ısı ile tabi tutulması (karbonizasyon), ya da mikro dalga ile seçimli mineral madde etkileşiminden sonra manyetik ayırma işlemidir.

Birinci yöntemde, mineral maddelerin organik yapılı kömüre nazaran daha fazla manyetik duyarlılığa sahip olmasından yararlanılmaktadır. İnce kömür bir akım halinde güçlü bir manyetik alandan geçirilirken, mineral maddelerin bir kısmı manyetik alana doğru yönlendirilerek kömürden ayrılabilir. Bu teknoloji ticari olarak kullanım şansı bulamamıştır (Alderman 2001; Liu ve Lin, 1976; De Jong vd, 2003).



Şekil 11. MagMill prosesi ve çekiçli değirmenin çalışmasının şematik görünüşü

Manyetik ayırmanın kullanıldığı farklı bir metod olarak MagMill prosesi verilebilir. Oder ve arkadaşları ile Oder'in (2000,2002) yapmış olduğu araştırmada pirit ve bazı mineral maddelerin öğütücü ve kuru manyetik ayırıcıdan oluşan bir sistemde ayrılması üzerine araştırmalar yapılmıştır. 90 kg/saat'lik kapasiteli bir prototip sistemde, hava taşımalı bir modifiye çekiçli değirmen ve manyetik ayırıcı kullanmışlardır. Değirmen içerisinde sürekli olarak sert malzemelerin iç dolaşımında ayrıldığı bir düzende çalışmaktadır (Şekil 11). Mineralce zengin akım sisteme eklenmiş bir manyetik ayırıcıya gönderilmekte, paramanyetik mineraller ayrıldıktan sonra, manyetik olarak temizlenmiş akım tekrar değirmene dönmektedir.

Manyetik ayırmada verimi artırabilmek için çeşitli araştırmacılar mikrodalga ile çalışmalar yapmışlardır. Mikrodalga'nın pirit üzerine selektif ısıtma sağlaması ve kısa sürede, piritin manyetik monoklinik pirotit'e dönüşmesi yöntemin sağladığı avantajdır. Bu işlemden sonra da manyetik ayırmaya tabi tutularak kömürün desülfürizasyonu tamamlanmaktadır (Bluhm vd., 1986; Kelland vd., 1988).

Bazı araştırmacılar ise yüksek alan şiddetli ayırıcıları, kuru kömürün yanında, yaş olarak da denemişlerdir. Maxwell ve Kelland söz konusu manyetik ayırıcıların sulu ortamda başarılı bir şekilde piriti ayırabildiğini ancak, kuru yöntemle ayırmanın çok zor olduğunu belirtmişlerdir (Liu ve Lin, 1976; Maxwell ve Kelland, 1978; Kelland, 1982).

2.2.5. Elektriksel Özelliğe Dayalı Yöntemler

Kömür ve yantaşın elektriksel özellik farklarından yararlanarak kömür külünü azaltabilmek amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu amaçla elektrodinamik ve elektrostatik ayırıcılar denenmiştir. Elektrodinamik ayırıcılar -2 mm kömürler için uygun olurken, elektrostatik ayırma ise -0.25 mm kömüre uygun olmaktadır.

Elektrodinamik ayırıcılarla çalışmalar -3 mm ile 0.1 mm aralığında sürdürülmüştür. Vitrinitçe zengin kömürlerde oldukça iyi ayırımlar sağlanırken, daha genç kömürlerde de belli bir başarı sağlandığı belirtilmektedir. Kömürün dar tane aralığında sınıflandırılması, şlamdan arındırılması ve havada kuru hale getirilmesi gerekmektedir. Pratikte bu aşamalar çok pahalı ve zor işlemler içermektedir.

Elektrostatik ayırmada, ayırma kademesinden

önce, tanecikler elektrostatik olarak mutlaka yüklenmelidir. Kömürdeki organik kökenli fazlardan mineral maddelerin ayrılması, bu iki fazın farklı tip ayırıcılarda farklı şekilde şarj olma ve şarjı taşımalarına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Bu şekilde iki farklı elektrostatik yöntem mevcuttur. Bunlardan birisi elektriksel direnci kullanırken diğeri yüzey yapısındaki elektriksel farklılıkları kullanmaktadır. Tanecikleri yüklemek için kullanılabilecek değişik metodlar mevcuttur. Bunlar; iletken yüklemesi, iyon bombardımanı ve sürtünme ile yüklenme (triboelektrifikasyon)'dir. Şarj metodundan bağımsız olarak, kazanılabilen maksimum yük yoğunluğu ve tanecik yüzey alanı tanecik üzerinde oluşan yük miktarını sınırlandırmaktadır. Elektrostatik ayırmanın başarılı olabilmesi için taneciğe etki eden elektrostatik güçlerin yerçekimi ve taneler arası etkileşim kuvvetlerini yenmesi gerekmektedir.

Elektrostatik ayırıcılarda toz kömür bir elektrik alandan geçirilir ve burada farklı yüklenmeler meydana gelir. Negatif ve pozitif yüklenmiş tanecikler zıt olarak yüklenmiş elektrodalara doğru yönelirler. Ürünler bölücülerle birbirinden ayrılır. Bu yöntemde sonuçlar oldukça kötüdür ve ticari uygulama şansı görülmemektedir (Donnelly, 1999; Maoming vd., 2003).

Elektrostatik ayırmanın araştırılan diğeri bir uygulama şekli ise triboelektrostatik ayırımıdır. Bu yöntemde öğütülmüş kömür bir boru içerisinde pnömatik olarak taşınırken türbülans oluşmakta ve taneler çarpışma etkisine maruz kalarak taneler üzerinde bipolar yük oluşturmaktadır. Çarpışma etkisi tanecikler arasında ve tanecikle yüzey arasında oluşmaktadır. Bu etkiler, titreşimli ya da akışkan yataklı besleyici ile, gaz veya mekanik yöntemle taşınma esnasında oluşmaktadır. Kömür bu ortamda pozitif yüklenirken, mineral maddeler üzerinde negatif yük oluşmaktadır. Yükleme işleminden sonra ise bir elektrostatik ayırıcı ile ayırım gerçekleştirilmektedir (Trigwell ve ark., 2003; Jiang ve Tao, 2003).

3. DEĞERLENDİRME

Kuru yöntemlerin kömürlerin iyileştirilmesinde kullanımı açısından bazı avantaj ve dezavantajları söz konusudur. Bunlar kısaca özetlendikten sonra, değerlendirmeyi bunlarla birlikte yapmakta yarar vardır. Aşağıda kuru yöntemlerin yaş yöntemlere göre avantaj ve dezavantajları başlıklar halinde sunulmaktadır.

Dezavantajlar:

- Ayırma verimleri daha düşüktür. Bu nedenle elde edilen ürün kül oranları daha yüksek olmaktadır.
- İşlem kömür nem içeriğine duyarlıdır ve bazen ön kurutma gerekebilir.
- Özellikle ince boyutlarda kuru kömürün elenmesi daha zordur.
- Kırma, eleme ve diğer ayırma işlemlerinde toz oluşmakta ve bu nedenle bu sistemlerin kapalı yapılması ve toz giderme ünitesi gerekmektedir.
- Genelde bu güne kadar geliştirilmiş olan aygıtlar düşük kapasitelidir.
- Kuru yöntemler için otomatik kontrol sistemlerinin daha da geliştirilmesi gerekmektedir.

Avantajlar:

- Sisteme su sağlamak ve tesisten çıkan kirlı suyun arıtılması ve geri kazanımı için ünitelere gereksinim yoktur.
- İnce ve sulu tesis atıkları için atık havuzları gereksinimi ortadan kalkmaktadır.
- İşlem sırasında kömür nem oranı düşer.
- Özellikle genç kömürlerin zenginleştirilmesinde, yaş yöntemde kömür bünyesine oldukça fazla oranda nem girmekte ve bunun sonucu olarak, mineral maddenin azalmasıyla sağlanan avantaj, azalmakta hatta tamamen ortadan kalkabilmektedir.
- Yumuşak linyitlerde yaş yöntemle yıkama sonucu stokta bekleyen kömürde aşırı parçalanma ve tozlaşmakta olmakta, kuru yöntemle elde edilen üründe tozlaşma oranı daha düşük olmaktadır.
- Daha az tesis binası ve işletme gideri gerektirir.
- Su olmayan yörelerde tesis kurulmasına imkan yaratır.
- Kışın sert geçtiği yerlerde, yaş yöntemde oluşan donma problemleri yaşanmaz.

Kuru yöntemle kömür zenginleştirme yaş yöntemlere göre, özellikle termik santral amaçlı kömürlerin iyileştirilmesinde kullanılabilir bir alternatiftir. Uygun yer seçimi ve ürün hedeflerinin özelliğine bağlı olarak bir çok noktada yaş yöntemlere göre avantajlara sahip olacaktır. Buna bağlı olarak yatırım ve işletme maliyetleri daha düşük olabilecektir. Ancak bunun için ön araştırmaların iyi yapılması ve sistem dizaynının iyi belirlenmesi gerekmektedir. Termik santral amaçlı kömürlerde çok düşük kül oranları hedeflenmediğinden, ürün kontrolü açısından daha toleranslı olmak mümkündür. Termik santrale beslenecek kömürde, dizayn değerlerine göre çok yüksek oranda ısı değerlerine ulaşılması istenmemektedir. Önemli olan stabil kalitede, sistemde aşınmalara neden olan sert yantaşı azaltılmış ve nispeten daha kuru bir kömür eldesidir. Bu anlamda bakıldığında, kuru yöntemlerin termik santrale beslenecek kömürlerin iyileştirilmesinde kullanılabilme imkanı artmaktadır.

Sonuç olarak, ülkemizde termik santralde yakılmak üzere üretilen kömürlerin değerlendirilmesi açısından kuru yöntemle zenginleştirme, termik santral verimini artırma açısından önemli bir alternatif olabilecektir. Ancak sistemin işletme giderlerinin daha az olması ve tesisin çalışma kolaylığı açısından termik santral sahası içerisinde tesis kurulması daha avantajlı olacaktır. Böylece nemli kömürler için gerekli kurutma havası termik santral atık ısısından sağlanabilecektir. Yöntemin ekonomikliği harmanlama tesislerinin de birlikte değerlendirileceği bir işletme optimizasyonu ile daha da artacaktır.

KAYNAKLAR

2001: "Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Dpt: 2605-Öik: 616 Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Enerji Hammaddeler Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu", Ankara.

Alderman, J. K., 2001; "Improving Power Plant Performance And Reducing Emissions Through The Use Of Pneumatic Dry Cleaning For Low Rank Coal", SME Annual Meeting, Feb. 26-28, Denver, Colorado.

Bluhm, D. D., Fanslow G.E. ve Nelson, S. O., 1986; "Enhanced Magnetic Separation of Pyrite from Coal After Microwave Heating", IEEE Transactions On Magnetics, Vol. Mag-22, No. 6, November.

Chen, Q. ve Yang, Y., 2003; "Development of Dry Beneficiation of Coal in China", *Coal Preparation* **23**, 3–12.

De Jong, T.P.R., Mesina, M.B. ve Kuilman, W., 2003; "Electromagnetic De-Shaling Of Coal", *Physical Separation in Science and Engineering*, **12-4**, 223–236

Donnelly, J., 1999; "Potential Revival of Dry Cleaning of Coal". *The Australian Coal Review* October.

Fan, M., Chen, Q., Zhao, Y., Luo, Z. ve Guan, Y., 2003; "Fundamentals of a Magnetically Stabilized Fluidized Bed for Coal Separation", *Coal Preparation*, **23**, 47–55.

Jiang, X, ve Tao, D., 2003; "Enhancement of Dry Triboelectric Separation of Fly Ash Using Seed Particles", *Coal Preparation*, **23**: 67–76.

Kelland, D.R., 1982. "A review of HGMS Methods of Coal Cleaning", *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. MAG-18, No.3, May.

Kelland, D.R., Lai-Fook, M., Maxwell, K. ve Takayasu, M., 1988; "HGMS Coal Desulfurization with Microwave Magnetization Enhancement", *IEEE Transactions on Magnetics*, **24-6**.

Liu, Y.A. ve Lin, C. J., 1976; "Assessment of Sulfur and Ash Removal from Coals by Magnetic Separation", *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. MAG-12, No.5, September.

Maoming, F., Qingru, C., Yuemin, Z., Zhenfu, L., Xinxi, Z., Xiuxiang, T. Guohua, Y., 2003; "Fine coal dry classification and separation", *The European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection*, **3-2**, 196-201

Maxwell, E. ve Kelland, D.R., 1978; "High Gradient Magnetic Separation in Coal Desulfurization", *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. MAG-14, No.5, September.

Oder, R. R., Jamison R. E., ve E. D. Brandner, 2000; "Dry Coal Cleaning with a Magmill", *SME Annual Meeting*, Feb. 28-Mar. 1, Salt Lake City, Utah.

Oder, R. R., 2002; "An Evaluation of the Alpha Prototype MagMill™ for Dry Coal Cleaning", *Coal Preparation*, **22**, 323–341.

Osborne, D.G., 1988; *Coal Preparation Technology*, Graham & Trotman Ltd.

Trigwell, S. Tennal, K. B., Mazumder M.K. ve Lindquist, D. A., 2003; "Precombustion Cleaning of Coal By Triboelectric Separation of Minerals", *Particulate Science and Technology*, **21**, 353–364.

Xu, S. ve Guan, Y., 2003; "Numerical Simulation and Experimental Validation of Magnetic Medium Performance in Air-Dense Medium Fluidized Bed (ADMFB)", *Coal Preparation*, **23**, 57–65.

