



Not Defteri

V u r a l A l t ı n



Kömürün Dili Olsa...

Bilindiği üzere; kömür, petrol ve doğal gaz, 'fosil yakıt' olarak nitelendiriliyor. Nedeni, haklarında bilinenlerin ağırlıklı olarak, canlı organizmaların fosil kalıntılarında oluştuklarına işaret ediyor olması. Örneğin kömür, 'biyoloji kökenli oluşum kuramı'na ('biogenesis') göre; bir zamanlar göl ve bataklıklarda birikip 'turbalık'ları oluşturan bitki kalıntılarının, kil ve lıg gibi tortu akıntılarıyla karışıp onlarla örtüldükten sonra, yerkabuğu plakalarının hareketleri sonucunda derinlere gömülerek, alt katmanlardaki yüksek sıcaklık ve basınç ortamında, uzun süreli fiziksel ve kimyasal değişikliğe uğramış hali. Bu süreç, bundan 360-290 milyon yıl önce-sindeki zaman aralığını kapsayan ve 'birinci kömür devri' olarak da anılan Karbonifer Dönem'de yer almış. Oluşan kömürün kalitesi; sıcaklığa, basınca ve 'organik olgunluk' denilen oluşum sürecinin uzunluğuna bağlı olarak değişiyor. Çünkü süreç uzadıkça, kömürün katı yapısında sabitlenen karbon oranı artarken, bünyesinde emilmiş halde bulunan uçucu bileşenlerin oranı azalmış. Dolayısıyla, turbalıklar önce, organik olgunluğu düşük olan linyit veya 'kahverengi kömür'e dönüşmüş. Sonra, basınç ve sıcaklık etkilerinin milyonlarca yıl daha sürmesi, linyiti giderek, 'az katranlı' ('alt bitümlü') kömür haline getirmiş. Değişimi zorlayan koşulların devamı, katranlı ('bitümlü') kömürle sonuçlanmış. Nihayet, uygun koşulları yakalayan birikimlerin organik olgunluğu arttıkça, camı bir yapıya sahip olan 'parlak kömür' ('antrasit') oluşmuş. 'Az katranlı, katranlı ve parlak' kömürlere; renkleri daha koyu olduğu için 'siyah kömür' veya daha sert oldukları için 'taşkömürü' de deniyor. Oluşumun en erken aşama ürünü olan linyit, düşük karbon ve yüksek nem oranına sahip. Dolayısıyla, enerji yoğunluğu en düşük olanı. Birim ağırlık başına enerji içeriği, kaliteli bir taşkömürününkinin dörtte birine kadar inebiliyor. Kömürü sınıflandırmanın değişik yöntemleri var. En yaygın olarak kullanılanı, Amerikan malzeme testleri kuruluşu ('American Society for Testing of Materials') ASTM'nin 1921 yılında belirlemiş olduğu, kömürün içerdiği sabit karbon ve uçucu bileşiklerin oranlarına dayalı sınıflandırma biçimi. Yandaki tabloda bu sınıflandırma, kütesel enerji yoğunluklarıyla birlikte veriliyor.

Toprak yüzeyine çıkmış kömür parçalarının Bronz Çağ'ında cenaze törenlerinde ateş yakmak için kullanıldığına dair arkeoloji kanıtları var. Madencilik Roma döneminden beri yapıyor. Amerikalılar'da ilk kez Aztekler tarafından ve sadece yakıt olarak değil, süs eşyası olarak da kullanılmış. Ancak, kömüre asıl talep 17. Yüzyıl'ın ikinci yarısında, buhar makinasının keşfinin tetiklediği Sanayi Devrimi'yle birlikte

doğdu. 18. Yüzyıl'ın ikinci yarısına kadar, sanayi üretiminde ve ısınmada en önemli enerji kaynağı kömürdü. Dünya'nın bilinen kömür rezervlerinde en büyük paya sahip olan ülkeler; ABD (%26), Rusya Federasyonu (%16), Çin (%12), Hindistan (%9) ve Avustralya (%8). Birikimler, çökeltili türü diğer kayac katmanları arasında sıkışmış halde bulunuyor. Yatak kalınlıkları 1 mm'den az olabildiği gibi, 'damar' olarak nitelendirilen görece kalın katmanlarda birkaç metreyi bulabiliyor. 'Yerüstü' veya 'açık kesim' ve 'yeraltı' veya 'derin' olmak üzere, iki tür madencilik var. Birincisi, adı üzerinde, yüzeye yakın rezervler için uygulanıyor ve damarların üzerindeki toprak veya kaya katmanı, gerektiğinde aralıklı olarak oyulan deliklere yerleştirilen patlayıcıların patlatılmasıyla parçalanıp açıldıktan sonra, alttaki kömür dev kazıcılarla çıkartılıyor. Hem de güvenlik riskleri daha düşük olan bu yöntemle, rezervin %90'dan fazlasını çıkartmak mümkün. Fakat kömürün tonu başına, ortalama 25 ton yüzey malzemesinin kaldırılması gerektiğinden, çevresel etkileri görece daha ağır. İşletme sonucunda yüzeyde kalan atıklar ve açığa çıkan kayalar, özellikle de pirit gibi kükürtçe zengin mineraller içermeleri halinde, yağışlarla gelen suda çözünerek, demir mineraline zengin sülfürik asit çözeltileri oluşturuyor. 'Asitli maden sızıntısı' denilen bu çözeltili, topraktaki bakır, kurşun ve cıva gibi ağır metalleri çözerek beraberinde götürüp, yeraltı sularına karışabilmekte.

Yeraltı madencilik ise, önce damara inen bir tünel açıldıktan sonra, 'galeri' ya da 'oda ve sütun' yöntemleriyle yapılıyor. Oda ve sütun yönteminde damar, yanyana ve ucuda odalar ağı şeklinde kazılıp, aralarında, tavanın ağırlığını taşıması için kömür sütunları bırakılıyor. Geride kalan bu sütunlar, damardaki rezervin %40'ına karşılık gelebilmekte. Gerçi bazen sonradan çıkartılmaları mümkün olabiliyor. Tabii sonuç olarak, madenin üzerindeki yüzey topoğrafyasında bir miktar çökmenin yer alması kaçınılmaz. Karabük, Zonguldak'ta olduğu gibi. Ga-

leri yönteminde ise, örneğin eni 250-400 m, boyu 3-4 km'yi bulan bir yeraltı damar paneli, dar kenarlarından birinden başlanarak, enine şeritler halinde çıkartılıyor. Bunun için, panelin o dar kenarı boyunca 400m kadar uzanan bir galeri açılıp, tavanı hidrolik kaldıraçlarla destekleniyor. Kömürün açığa çıkan yüzü, galeri boyunca ileri geri hareket eden mekanik kazıyıcılar tarafından parçalanıp, kayar kayışlarla yüzeye naklediliyor. Kazıcılar panelin görece ince bir dilimini oyup, tavan desteklerinden 5-6 m kadar uzaklaştıktan sonra, hidrolik kaldıraçlar kendiliklerinden tahrikli olarak ilerleyip, kömürü alınmış olan kısmı geride bırakarak, tavanının çökmesine izin veriyor. Böylelikle, damarın hep enlemesine uzanan galeri şeridi, uzun kenar boyunca ilerleyip duruyor. Bu yöntemin uygulandığı damar veya damar kısmındaki kömürün %75'ten fazlasının çıkartmak mümkün. Ancak, damarın ve civarındaki katman yapısının, bu yöntemle uygun jeolojik yapıya sahip olması lazım. Dünya'daki kömürün %60'ı bu yöntemle çıkarılmakta. Fakat, yeraltı madencilik çoğu kez pahalı ve yüzeydekenden daha riskli.

Kömürün bünyesinde emilmiş halde bulunan uçucu bileşenlerden biri de metan. Madenin işletilmesi sırasında, damarın görünen alanından sızıp, galerilerde birikebiliyor. Yanma sıcaklığı 630 °C. Havadaki hacim oranı %5,4-14 arasında iken patlayıcı bir karışım oluşturuyor ve kömürü sıyırma makinesinde kullanılan kesici uçların fırlattığı sıcak metal parçalarıyla temasa geldiğinde, 'grizu patlaması' olarak bilinen patlamalara yol açabiliyor. En patlayıcı karışım oranı %9,8. En kolay tutuşanı %7,5. Havada ayrıca kömür tozları varsa eğer, bunlar da yanma sürecine katılıp, patlamanın şiddetini artırıyor. Dolayısıyla, madenin iyi havalandırılması, kömür tozlarının filtrelenip, galerilerdeki metan yoğunluğunun sistemli bir şekilde izlenmesi gerekli. Bu olgunun bilinmediği 18. Yüzyıl'da, özellikle İngiltere'deki kömür madenlerinde, uygun metan karışımının oluştuğu her seferinde patlamalar oluyor ve madenciler ölüyordu. Hele de, galerilerdeki çalışma alanlarını aydınlatmak için açık alevli lambalar kullanıldığından... Madencinin ömrü büyük olasılıkla bir sonraki patlamaya kadardı ve tek kurtuluş yolu, mesleği ilk fırsatta terketmekti. 1816 yılında Sir Humphry Davy, kendi adıyla anılan 'madenci lambası'nı geliştirdi. Bu lambada alev, tül gibi ince örgülü bir tel kafesin içerisinde yanmaktaydı. Kafesin aralıkları havanın içeri girmesine, ışığın da dışarıya sızmasına imkan tanıyor, fakat alevin dışarı taşmasına engel oluyordu. Lambanın sönmesi, havadaki oksijen miktarının azaldığı, yani patlamaya hazırlanan gaz miktarının arttığı anlamına geldiğinden, uyarı

| ASTM sınıf | ASTM grup | MJ/kg |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------|
| Linyit | Linyit A | <14.6 |
| | Linyit B | 14.6-19.3 |
| Az katranlı ('Sub-bituminous') | Az katranlı C | 19.3-22.1 |
| | Az katranlı B | 22.1-24.4 |
| | Az katranlı A | 24.4-26.7 |
| | Fazla uçuculu C | 24.4-30.2 |
| Katranlı ('Bituminous') | Fazla uçuculu B | 30.2-32.5 |
| | Fazla uçuculu A | >32.5 |
| | Orta uçuculu | >32.5 |
| | Düşük uçuculu | >32.5 |
| Parlak kömür ('antrasit') | Yarıparlak ('semi-anthracite') | >32.5 |
| | Parlak | >32.5 |
| | Parlakötesi ('meta-anthracite') | >32.5 |

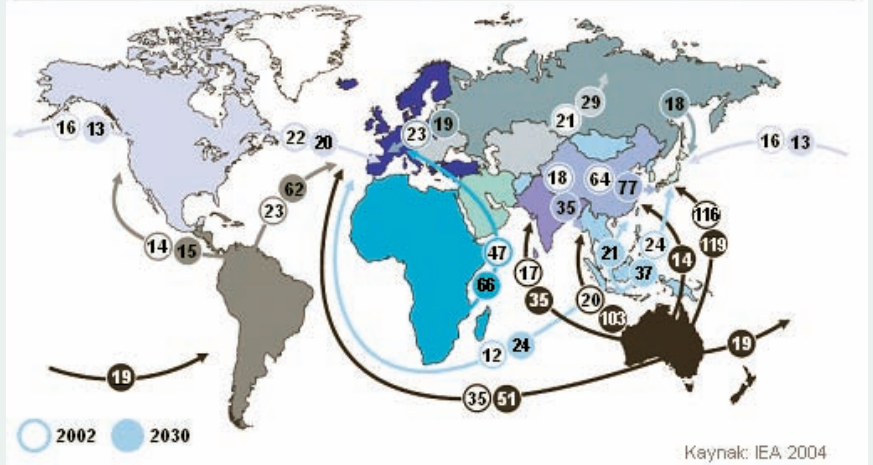
Not Defteri

niteliği taşımaktaydı. Madencilerin bu durumda, işi bırakıp madeni bir an önce terketmesi gerekiyordu. Karanlıkta birbirine, etrafa çarpmadan...

Metan gazı ölçümleri artık, sabit veya gezici 'metanölçer'ler aracılığıyla yapılıyor. En yaygın kullanılan algılayıcılar, Wheatstone Köprüsü düzeninde bağlanmış ince iki telden oluşmakta. Tellerden birisi, gözenekli olan yüzeyinin içi katalizör kaplı minik bir boncuğun içinde, elektrikle ısıtılmış halde. Öyle ki, kendisiyle temasa gelen metan molekülleri, katalizörün de yardımıyla yanıp, telin sıcaklığını daha da artırıyor. Bu telin, sıcaklığıyla birlikte artan direncini, ısıtılmamış olan diğer telinkyle kıyaslayarak, havadaki metan oranını belirlemek mümkün. Sabit aygıtlardan gelen veriler, otomasyonlu madenlerde kontrol odasından izleniyor. Havadaki metan oranı %1,25'i bulduğunda işe ara verilip makineler durdurulurken, %2,5'e ulaştığında, yangın veya patlama tehlikesine karşı alarm verilip personel geri çekiliyor. Ta ki, yoğunluk ölçümleri güvenli sayılan %0,25 sınırının altına inene kadar. Metan gazına karşı alınması düşünülen bir önlem de, damarın işletmeye alınmasından 5-6 yıl öncesinden başlayarak, içine aralıklı yatay delikler açıp, bünyesindeki metanı sızdırmak. Ekonomikliği henüz belirsiz, akılcı bir çözüm. Avusturalya'da, bu 'gazsızlaştırma' yöntemiyle elde edilecek metan gazının, elektrik santrallerinde kullanılması projesi var. Alınan tüm önlemlere karşın, zaman zaman, patlamalar, göçükler ve ölümler gerçekleşiyor. Galelerdeki kömür tozlarının artık filtreleniyor olması, solunmalarının akciğerlerde yol açtığı 'nefes darlığı' ('emfizema'), 'aküt bronşit' ve 'siyah ciğer hastalığı' ('pneumoconioses') gibi madencileri tehdit eden 'meslek hastalıkları'nı büyük oranda azalttı. Fakat kömür madencilik hala, en riskli mesleklerden birisi. Gerçi enerji üretimi ve kaynakların elde süreçleri, genelde riskli uğraşlar. Seradan domates toplamaya pek benzemiyorlar. Fakat, kömür madeni kazalarında her yıl, 10.000'den fazla insan ölüyor. Bunun yarısı, kömürün üretiminde ve tüketiminde dünya lideri olan Çin'deki kömür madenlerinde. Haftada 110 kişi... Hatta, köy ve kasabalarındaki küçük madenlerde yer alan ve kapatılmadığı bildirilmeyen kazalar da hesaba katılırsa, bunun iki misli kadar. Üretilen milyon ton kömür başına insan kaybı, gelişmiş ülkelerde, gelişmekte olanlara oranla çok daha düşük: Çin'de 6,36 iken, ABD'de 0,05 ve Avusturalya'da 0,02. En büyük üreticiler, sırasıyla; Çin, ABD, Hindistan, Avusturalya ve Güney Afrika. Bunların ilk üçü, aynı zamanda en büyük tüketiciler. İşçi başına yıllık üretim, madendeki makinalaşma düzeyine, dolayısıyla da yapılan yatırım miktarına bağlı. Avusturalya ve ABD'de 13 bin ton civarında, Çin'de ise 400 ton kadar.

Kömür, maden alanı içerisinde, dev araçlarla veya taşıyıcı kayışlarla taşınıp, yığınlar halinde biriktiriliyor. Madenden nakli, kısa mesafelere karayolu, orta mesafelere demiryoluyla yapılmakta. Uzun mesafelere taşınması ve uluslararası ticareti ise, ağırlıklı olarak deniz ulaşımıyla. Başlıca kullanım alanları, elektrik üretimi, de-

Dünya Kömür Ticaretinde Bölgearası Ana Akışlar, 2002-2030 (Mt)



mir çelik sanayisi ve ısınma. Kül artıklarının çimento üretiminde katkı maddesi olarak kullanımı da önemli. Dünya birincil enerji üretiminin %22'si, elektrik üretiminin de %39'una kadarı kömüre dayalı. Buhar gücüyle çalışan bu santrallerde kullanılan kömüre, buhar üretmek amacıyla kullanıldığından 'buhar kömürü' de deniyor. Özellikle linyit, hemen yalnızca bu alanda ve ısıtmada kullanılmakta. Taşkömüründen elde edilen kok ise, demir çelik sanayisinde önemli bir girdi. Kok kömürü, kül oranı ve kükürt içeriği düşük olan katranlı kömürlerden türetilen, katı bir karbonlu yapı. Taşkömürünün 1000 °C'ya varan sıcaklıklarda oksijensiz ortamda fırınlanarak, uçuşu safsızlıklarından ve neminden arındırılıp, içeriğindeki karbon ve kalıcı külün birleşmesinin sağlanmasıyla elde ediliyor. Gri renkli, sert ve gözenekli bir yapıya sahip. 29,6 MJ/kg'ı bulan kütleli enerji yoğunluğuyla, demir cevherinin eritildiği 'hava akımı' ('blast') fırınlarında, ısı kaynağı ve indirgeme unsuru olarak kullanılıyor. Gerçi 'tozlaştırılmış kömür püskürtme' ('pulverised coal injection, PCI') tekniğiyle, kömürü demir çelik üretiminde doğrudan kullanmak da mümkün. Ancak, Dünya ham çelik üretiminin üçte ikisi 'hava akımlı' fırınlarda yapılıyor ve bu üretimin her tonu için 0,63 ton kok kömürü gerekiyor. Üretim üçte biri ise, %100 geri dönüşümlü olan bu metalin hurdasının, elektrik ark ocaklarında yeniden işlenmesine dayalı. 2003 yılında 965 milyon tonu bulan toplam çelik üretimi için 543 Mt kömür harcanmış.

Dünya kömür üretimi halen, yılda 5,3 milyar ton kadar. Çoğunlukla üretildiği yerlerde tüketilmekte. %75'i elektrik üretiminde kullanı-

Düzeltilme: Geçen ayki 'Fosil Yakıt Aritmetiği' başlıklı yazımın 1. sayfasının 2. paragrafında, bir kömür parçasını demiryolu üzerinden 0,3 sürtünme katsayısına karşı, içerdiğine eşit miktarda enerji harcayarak taşıyabileceğimiz maksimum uzaklığı hesaplarken, kinetik sür-

iyor. Yalnızca %18 kadarı, uluslararası ticarete konu. En fazla ihracat yapan ülkeler, 200 Mt'la Avusturalya, 90 Mt'la Çin. En büyük ithalatçılar; Japonya, Güney Kore ve Tayvan. 2003 yılında el değıştiren 700 Mt kömürün %90'una kadarı deniz yoluyla taşınmış. Nakliye ücreti bazen, maliyetin %70'ini buluyor. Bu biraz da, deniz taşımacılığının iniş çıkışlı yapısından kaynaklanan bir durum. Dünya ekonomisinin durgunluğa girdiği dönemde daralan deniz taşımacılığı filoları, ekonominin büyümeye başlamasıyla birlikte artan talebi karşılamakta zorlanınca, navlun ücretleri iki ve hatta üç misline katlanabilmekte. Yandaki şekilde, Dünya kömür ticaretindeki bölgearası ana akışlar gösteriliyor. Altındaki çizimde de yerkağız plakalarının 300 milyon yıl önceki, kömür rezervlerinin oluştuğu karbonifer döneme rastlayan, süperkıt Gondwanaland'a vücut vermiş olan dizilimi var. Tevekkeli kömür rezervleri Dünya üzerinde, petrole oranla daha homojen bir dağılıma sahip. Fakat ilginç bir şekilde, Orta Doğu'da hemen hiç yok. Latin Amerika'da ise, yok denecek kadar az. Neden dersiniz? Keşke kömürün dili olsa da anlatsa...

"Biz o zaman kardeşim, şeydeydik... Sonra üstümüze yavaş yavaş, kilometrelerce kalınlığında ağır kayalar tırmadı. Altında kaldık. Ama ne basınç; Binlerce atmosfer! Sıcaklık desen: Bin küsur santigrad!... Öyle bir iki günlüğüne de değil, milyonlarca yıl. Oksijen de yok ki, yanıp kül olup kurtulasın. Çekmediğimiz kalmadı, bu hale geldik. Neyse şimdi fırına gidiyoruz da, ooh, kurtulacağız..."

Petrol ve doğalgazın da benzer bir öyküsü var...

tünme kuvveti, maddi hata sonucu metne, $m \cdot g \cdot \mu_k = 1 \times 9,8 \times 0,3 = 29,2$ newton olarak geçmiş. Doğrusu 2,92 newton olmalıydı. Sonuç olarak, taşıma menzili 1000 km yerine, 10.000 km çıkmalıydı. Petrol için de 15.000 km. Daha anlamlı rakamlar. Özür dilerim.