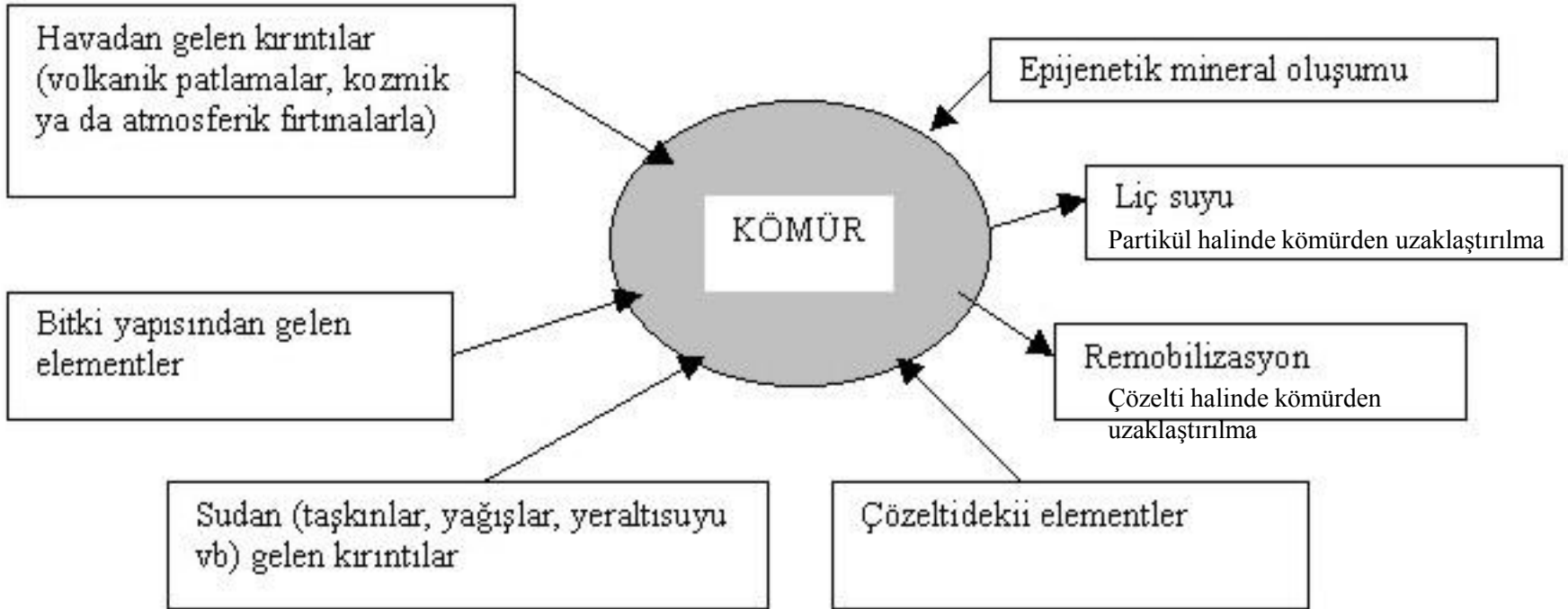


KÖMÜRDE ELEMENT VE MİNERALLER



Şekil 8: Kömürle ilişkili element ve minerallerin kökeni ve hareket yönü

KÖMÜRE UYGULANAN KİMYASAL ANALİZLER

* Kısa analiz (proximate analysis):

nem, kül, uçucu madde ve sabit karbon oranlanm belirlemede kullanılır.

* Elemental analiz (ultimate analysis):

Kömürün organik yapısını büyük ölçüde oluşturan beş elementin (C, H, O, N ve S) bağıl oranlarının saptanması için yapılır.

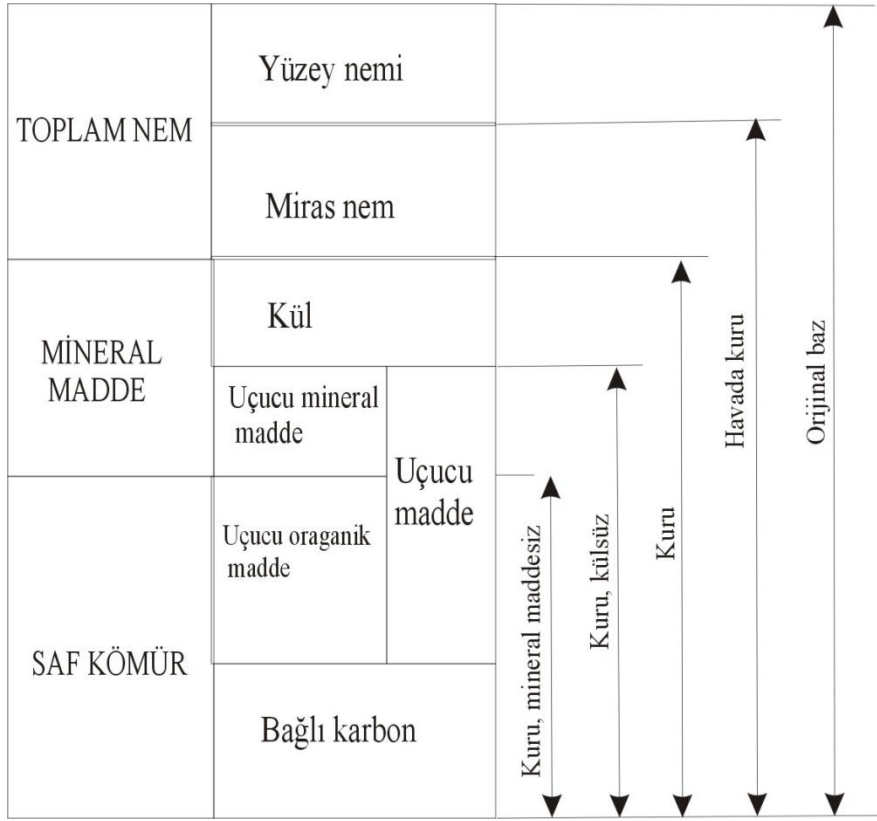
* Isı testi

Kömürün kalorifik değerinin (yakıldığında açığa çıkaracağı enerjinin belirlenmesi amacını güder.

* Diğer analizler:

Kükürt formları, CO₃, Cl, ve iz elementlerin miktarları için ayrı kimyasal analizler yapılır.

Kömür Kimyasal Analiz Sonuçlarının Sunumu



		Analiz Sonucu (gr)Orijinal Bazda	% (Orijinal Bazda)	% (Havada Kuru Bazda)	%Kuru bazda	%Kuru Külsüz bazda	%Kuru mineral maddesiz
Toplam nem	Yüzey nemi	25	10				
	Miras nem	17.5	7	7.8			
Mineral madde	Kül	22.5	9	10.0	10.8		
	Uçucu Mineral Madde	7.5	3	3.3	3.6	4.1	
Saf Kömür	Uçucu Organik madde	5	2	2.2	2.4	2.7	2.8
	Bağlı Karbon	172.5	69	76.7	83.1	93.2	97.2
	Toplam Miktar	250	100%	90%	83%	74%	71%

Kısa Analiz Parametreleri

Nem (moisture):

Bu, kömürün ısıl değerini ve koklaşabilir kömürlerin C içeriğini azaltır.

Kömürdeki nem 4 farklı şekilde bulunur:

Yüzey nemi: kömür kütleindeki partiküller çevresinde ince bir zar/film şekline bulunur. Kömüre dıştan ve sonradan katılan sudur.

Hygrokopik su: kömür kütleindeki partiküller içine sızmış, yer yer boşluklarında bulunan sudur.

Bu ikisi dış kökenli nemi oluşturur.

Bozunma nemi: Bazı kömür bileşenlerinin organik yapılarında bulunan sudur.

Mineral nemi: Kömür içindeki bazı inorganik maddelerin (özellikle killerin) yapısında bulunan sudur.

Uçucu Madde (Volatile matters):

Nem dışında yüksek sıcaklıkta serbestleşen maddelerin tamamıdır (CO, CO₂, SO₄, CH₄, başka hidrokarbonlar..)

Bunlar organik maddelerden veya inorganik maddelerden türeyebilirler.

İngiliz ve Amerikan standartlarına göre uçucu madde testi 900 (°C sıcaklıkta 7 dk özel bir düzenek içinde ısıtmayla yapılıyor. Amerikan standardı (ASTM) ise 950 °C'de ısıtmadır.

Kısa Analiz Parametreleri (Devam ediyor)

Kül (Ash):

Kömürün külü, yakmadan arta kalan yanıcı olmayan inorganik kalıntıdır. Bu, inorganik maddelerden yüksek sıcaklıkta uçucu olan bileşiklerin (CO_2 , SO_2 ve H_2O gibi) uzaklaşmasıyla geriye kalan maddeyi temsil eder.

Yüksek kül içeriği tercih edilen bir özellik değildir. Yakma sonrası atık problemleri açığa çıkarır.

İngiliz ve Avustralya standartlarına göre kül için gerekli yakma işlemi $815\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta, kütlenin miktarı sabit kalıncaya dek devam ediyor.

ASTM standartlarına göre $750\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık yeterli oluyor.

Şayet kömürde yüksek kalsit ve pirit oranları mevcutsa kükürdün külde bağlı kalmasına engel olmak için ısıtma iki basamaklı gerçekleştiriliyor. Önce örnek $500\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 1 saat tutuluyor. Sonra $750\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 2 saat bekleniyor; kütle sabit kalana dek $750\text{ }^\circ\text{C}$ ile devam diliyor.

Sabit Karbon (fixed carbon):

Kömürdeki uçucu maddeler uzaklaştırıldıktan sonra arta kalan malzemede bulunan karbondur. Bu kömürün oranik bileşiklerinin bozunma artıkları temsil eder ve az miktarda N, S, H ve olasılıkla oksijeni de içerir.

Bağlı karbon koklaşma endeksinin iyi bir ifadesidir.

Bağlı karbon doğrudan belirlenmez. Basitçe havada kuru kömürde 100'den bütün diğer bileşenlerin (nem, uçucu madde ve kül) bolluğunun çıkarılmasıyla hesaplanır.

Elemental Analiz Parametreleri

Karbon ve Hidrojen: Genellikle karınışık hidrokarbon bileşikleri olarak bulunurlar. Kömür yakıldığında H_2O ve CO_2 olarak serbestleşirler. Bu yüzden birlikte ölçümleri kolaydır. Ancak ölçülecek CO_2 'teli karbonun bir kısmının karbonat mminerallerinden, suyun bir kısmının da killerin kristal yapısından veya kömürün yüzey neminden gelebileceği unutulmamalıdır. C ve H ölçümü için iki yöntem kullanılıyor. iebig Yöntemi: kömürün $800\text{ }^{\circ}C$ 'ye ısıtılmasına dayanıyor. Yüksek sıcaklık yöntemi: $1350\text{ }^{\circ}C$ 'ye ısıtılan kömürden aynı zamanda kükürt, azot vb.'de ölçülebiliyor.

Oksijen: Kömürdeki organik bileşiklerden çoğunun bileşiminde bulunur. Aynı zamanda nemde, kömürün oksitlenmiş yüzeyinde ve inorganik mineral yapıda da yeralır. Mineral yapıdaki ve nemdeki kömür dikkate bir kenara bırakılırsa, oksijen iyi bir kömür derecesi göstergesidir; Kömür sınıflamalarında kullanılan önemli bir parametredir. Kömürdeki oksijen miktarı, geleneksel olarak, 100'den diğer bütün bileşenlerin çıkarılması ile elde edilir.

Azot: Kömürde büyük ölçüde organik bileşiklere bağlı olarak bulunuyor. Kömürde hiç bir azot minerali bulunmamakla birlikte özellikle gözenek sularında bazı azot bileşikleri oluşabiliyor. Kömürdeki azotun bir kısmı, kok eldesi sırasında amonyum bileşiklerine dönüşebiliyor. Bunlar yan ürün (ing. By product) olarak gübre sanayinde ve nitrik asit eldesinde kullanılabilir. Kömürün yanması sırasında oksit oluşumunu kolaylaştırdığından yüksek azot kömürde istenmeyen bir öğedir. Kömürde azot ölçümünde en sık Kjeldahl yöntemi kullanılıyor. Burada Sülfirik asitte katalitik özütleme ile amonyum sülfata dönüştürülüyor.

S: Kömürde 3 formda bulunur.

- Piritik kükürt: Sülfat minerallerinin (özellikle pirit ve markazit) bünyesindeki kükürttür.
- Sülfat kükürdü: Sülfat minerallerinin bünyesinde bulunuyor. (jips, $FeSO_4$, vs.)
- Organik kükürt: Kömürün organik yapısında bulunuyor.

Piritik kükürt ve sülfat kükürdü ayrı ayrı anal,izlerle elde ediliyor. Elemental analizlerde doğrudan toplam kükürt elde ediliyor.

Isıl Deęer

Yakılan kömürün belirli bir kütle başına açığa çıkardığı ısı miktarıdır. Avustralya'da spesifik enerji diye de bilirmir ve MJ/kg (kg başına megajül) olarak ifade edilir. İngiiz standartlarına göre ise ısıl değerin birimi çoğunlukla Kcal/kg veya cal/gr olarak ifade edilir.

Kömür yanarken içindeki N, S ve mineral maddeler bir takım reaksiyonlara girerler. Bu reaksiyonlar çoğunlukla endotemik karakterde olduklarından ısı soğururlar; yani kömürün ısısını alırlar.

Kömürün laboratuvarda kapalı bir fırında belirlenen ısıl değerine üst ısıl değer (gross calorific value) denir. Laboratuvar koşullarında yanma sırasında açığa çıkan gazlar test cihazından dışarı kaçamadığından ve bu gazlar enerji taşıdığından üst ısıl değer kapalı olmayan koşullarda elde edilecek teorik değere (alt ısıl değer (net calorific value)) göre daima daha büyük bir değerdedir. Bir kömürün alt ısıl değeri üst ısıl değerinden hesaplama yoluyla elde edilir.

Yüksek uçucu madde içeren kömürlerin alt ve üst ısıl dęerleri arasındaki fark ta büyük olacaktır.

KÖMÜRLERİN SINIFLANDIRILMASI

- Seyler sınıflaması: 1933 'te ana çerçevesi çizilen bu sınıflama halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Sınıflama parametrelerini kuru mineral maddesiz %C içeriği ve % H içeriği oluşturur (Şekil 10).
- ASTM (Amerikan Standart) sınıflaması kömürün sabit karbon içeriğini ve ısıl değerini dikkate alır (Çizelge 7).
- Ruhr Kömür Sınıflaması taşkömürü ve antrasiti uçucu madde miktarına göre ayrıntılı bir bölümlenmeye tabi tutar (Çizelge 6).

SEYLER SINIFLAMASI

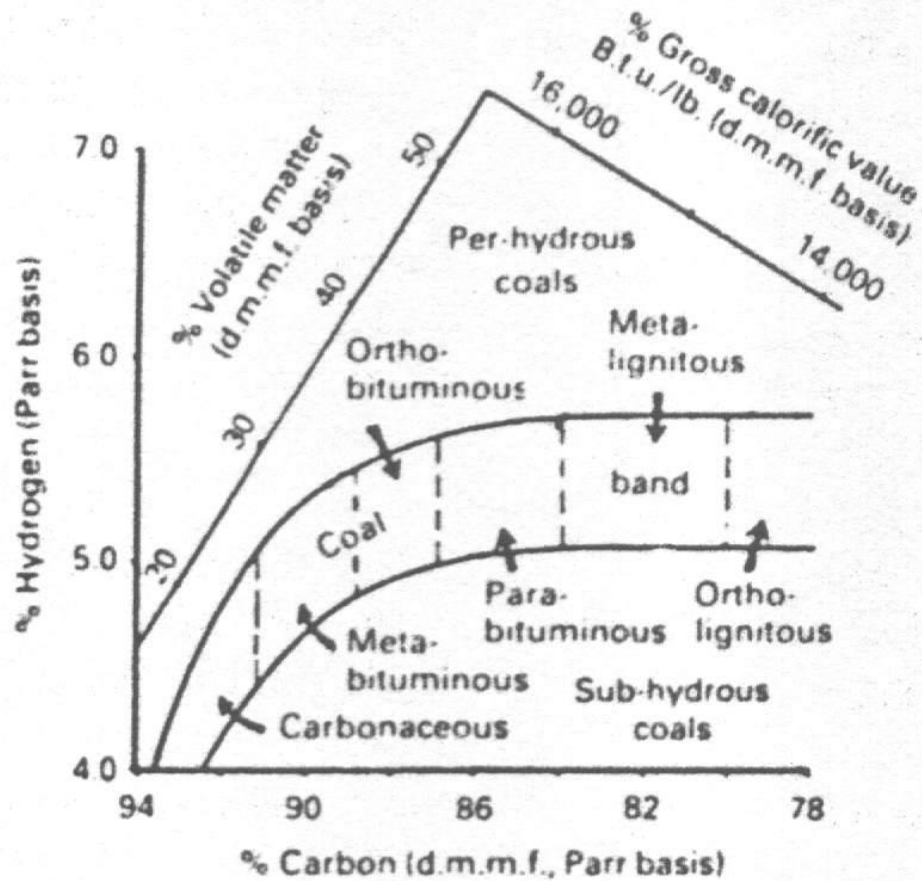


Fig. 2.19 Seyler's classification of coal. (Modified from Francis 1961.) All results are given on a dry, mineral free basis (Parr formula).

Alman Sınıflaması

Table 3. Classification and properties of brown coals and the distinction between 'Braunkohle' and 'Steinkohle' (according to German usage)¹

Rank of coal	Megascopic	Microscopic	Chemical-Physical				
			PATTEISKY & M. TEICHMÜLLER (1960)	Streak (Colour)	Behaviour on boiling with KOH	Behaviour with dilute HNO ₃	
Braunkohle (brown coal) Hartbraunkohle (hard brown coal)	Weichbraunkohle (soft brown coal)	brown, dull, partly earthy	large pore volume, gelification rare, open cell lumens (textinite)	75–35 % H ₂ O < 4000 kcal/kg ² usually > 60 – < 70 % C ³			
	Mattbraunkohle (dull brown coal)	dark brown to black, dull to low brightness	less pore volume, stronger gelification, open cell lumens (textinite) rare	35–25 % H ₂ O 4000–5500 kcal/kg ² usually < 71 – ca. 71 % C ³ ca. 53–49 % VM ³	brown, seldom black	brown solution	red solution
	Glanzbraunkohle (bright brown coal)	black, bright	gelification (vitrinitization) completed, micrinite not yet formed	usually > 8–10 % H ₂ O 5500–7000 kcal/kg ² ca. 71–77 % C ³ ca. 49–42 % VM ³			
Steinkohle (bituminous coal)	black, bright	like Glanzbraunkohle, micrinite formed	usually < 8–10 % H ₂ O usually > 7000 kcal/kg ² usually > 77 % C ³ usually < 42 % VM ³	black, seldom brown	no colour	no colour	

¹ for correlation with the ASTM classification see Table 4

² moist, ash-free

³ dry, ash-free; VM = volatile matter