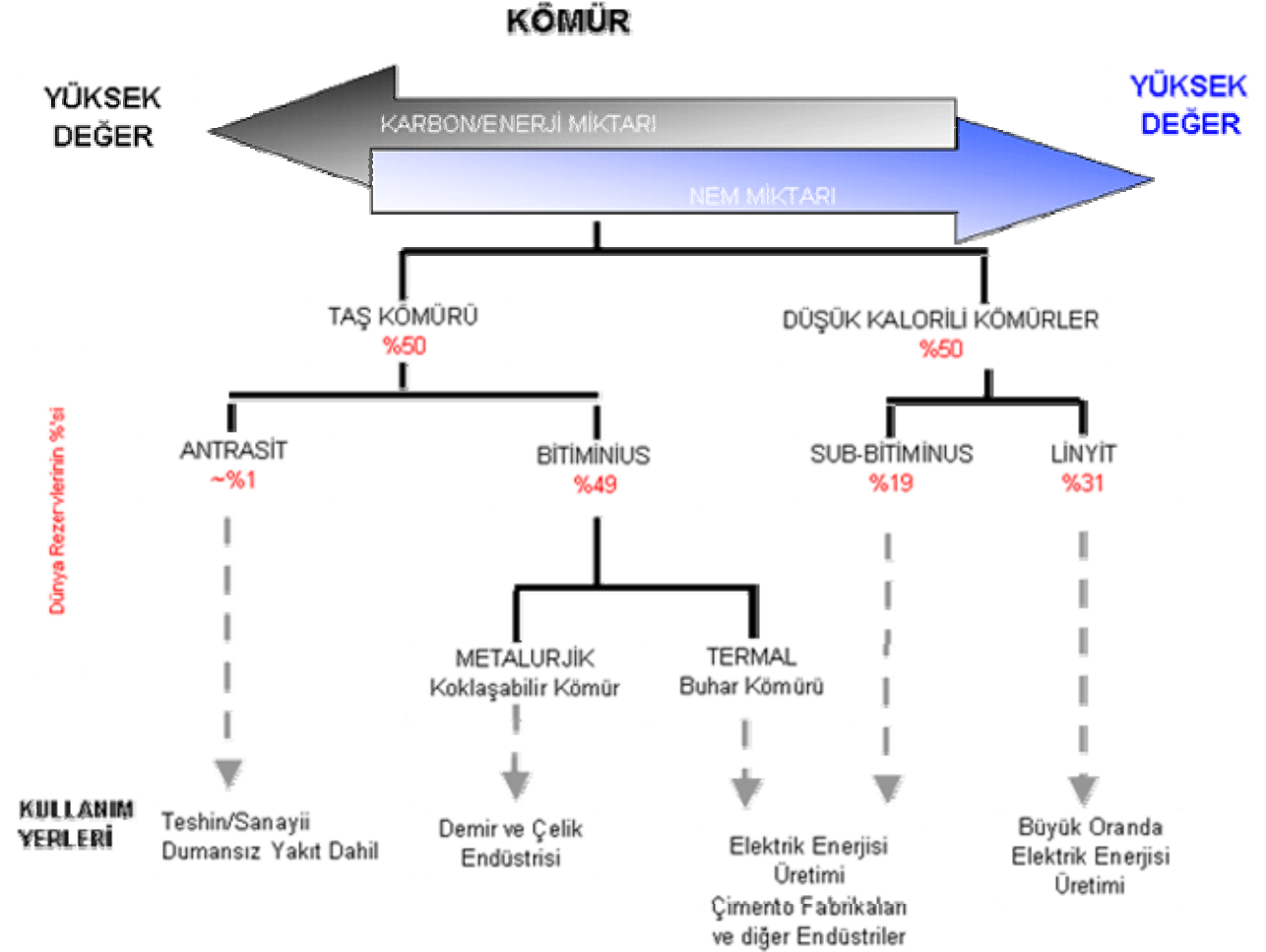


KÖMÜR NEDİR?

Kömür yanabilen sedimanter organik bir kayadır. Kömür başlıca karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bileşiminden oluşmuş olup, diğer kaya tabakalarının arasında damar haline uzunca bir süre (milyonlarca yıl) ısı, basınç ve mikrobiyolojik etkilerin sonucunda meydana gelmiştir.

Kömür Organik olgunluğuna göre tiplere ayrılır;



KÖMÜR NASIL OLUŞUR ?

Kömür, nebatların bataklık alanlarda birikmesi sonucu oluşan tabakaların değişime uğraması neticesi meydana gelmiştir. Bu tabakalar üzerine çeşitli çökeltilerin birikmesi ve arz'ın hareketleri sonucu derinliklere gömülmüştür. Gömülmüş olan bu nebatlar; artan ısı ve basınca maruz kaldıklarında bünyelerinde fiziksel ve kimyasal değişikliğe uğrayarak kömüre dönüşürler. Bu proses milyonlarca yıl içinde gerçekleşerek kömürler organik olgunluklarına göre [Linyit](#), [Altbitümlü Kömür](#), [Bitümlü kömür](#) ve [Antrasit](#) tiplerine ayrılırlar.

Linyit ve kısmen AltBitümlü kömürler genellikle yumuşak, kırılğan ve mat görünüştedirler. Bu tip kömürlerin ana özelliği göreceli olarak yüksek nem içerirler ve karbon içerikleri düşüktür. Antrasit ve Bitümlü kömürler ise genellikle seert ve parlak görünüştedirler. Göreceli olarak nem içerikleri düşük olup, karbon oranları yüksektir. Jeolojik olarak kömürlerin yaşları 400 milyon yıl ile 15 milyon yıl arasında değişir. Genellikle yaşlı kömürler daha kalitelidir.

Tüm Dünyada Günlük Hayatta Kömür Niçin Önemlidir?

Kömür Dünyada en yaşlı bir şekilde bulunan, güvenilir aynı zamanda düşük maliyetlerle elde edilebilen temiz bir fosil yakıttır.

Yaygın : Kömür Dünya'da 50 den fazla ülkede üretilmektedir. Kömür rezervleri diğer fosil yakıtlar gibi (petrol ve doğalgaz) Dünya'nın belli bir bölümünde değil fakattüm dünyada yaygın bir şekilde bulunmaktadır.

Emniyetli : Kömür kullanımı, depolaması ve nakliyesi açısından en emniyetli fosil yakıttır.

Güvenilir : Endüstriyel ve diğer alanlarda elektrik enerjisinin rekabetçi fiyatlarla ve güvenilir olarak temini açısından, kömürün Dünyada yaygın bir şekilde bulunuşu ve bir çok ülke tarafından üretiliyor oluşu tedarikte güvenilirliği sağlamaktadır.

Temiz : Temiz Kömür Teknolojileri kullanılarak günümüzde kömür tüm dünyada doğayı doğayı kirletmeden kullanılmaktadır.

Ucuz : Elektrik Enerjisi Üretiminde ucuz ve rekabetçi bir yakıt olması nedeniyle Dünya elektrik üretiminin yaklaşık % 40 ' ı kömürden karşılanmaktadır.

Hazırlayan:
Dr. Selami TOPRAK MTA Genel Müdürlüğü
Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi - Ankara

Kömür Nedir Nasıl OLUŞUR ?

Kömür homojen olmayan, kompakt, çoğunlukla lignoselülozik bitki parçalarından meydana gelen, tabakalaşma gösteren, içersinde çoğunlukla C, az miktarda H - O - S ve N elementlerinin bulunduğu ama inorganik (kil, silt, z elementleri gibi) maddelerinde olabildiği, bataklıklarda oluşan, kahverengi ve siyah renk tonlarında olan, yanabilen, katı fosil organik kütlelerdir. Kömürler yakıt hammaddesi oldukları gibi, değişik amaçlarda (kok yapımı, kimyasal madde üretimi gibi alanlarda) da kullanılırlar.

Kömürler, bataklik ortamlarda, uygun (nemli ve sıcak iklimin bulunması, yeterli organik maddenin ortama gelmesi, bataklik suyunun Ph şartlarının 4-5 civarında bulunması, batakliğin malzeme gelimi ile birlikte aşağı doğru çökmesi, batakliğin zamana bağlı olarak örtülmesi gibi) şartların sağlanması durumunda, bitki parçalarının bozulması, parçalanması, bataklik suyu ile bir jel haline gelmesi, bazı kimyasal reaksiyonlar sonucu bu organik malzemenin fiziksel ve kimyasal değişikliklere uğraması sonucu meydana gelirler.

Kömürleri meydana getiren bataklikların geliştiği ortamlar;

- Deltalar (en kalın kömür damarlarının oluştuğu ortamlardır),
- Göller (Göl kıyıları, kalın kömür damarlarının meydana geldiği uygun bataklik ortamlardır),
- Lagünler (Deniz etkisinin olduğu ince kömür damarcıklarını meydana getirirler),
- Akarsu taşma ovaları (İnce kömür damarcıklarını oluştururlar).

Kömürleşme ("Coalification") olayı

Çoğunlukla bitkisel maddeler ya da bitki parçaları uygun bataklik ortamlarda birikip, çökeler ve jeolojik işlemlerle birlikte yer altına gömülürler. Yerin altında, bu organik kütleler, gömüldükten sonra, önceleri gömülmenin oluşturduğu basınç şartları, daha sonrada ortamın ısısal şartlarından etkilenirler. Bu etkilenme sonucu bu organik maddenin bünyesinde fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelir. Önceleri turba olarak adlandırılan ve kömürlerin ataları olarak bilinen bu organik maddeler zamanla daha koyu renklere sahip olur ve daha sert yapıya sahip olurlar. Sıcaklık ve basınç şartlarının bu kütlelere etkimesi sonucu, bu ortamdan, sırasıyla önceleri (turbadan-taşkömürü aşamasına kadar) su ve su buharı, karbon dioksit (CO₂), oksijen (O₂) ve en ileri aşamalarda hidrojen (H₂) (antrasit aşamasında) uzaklaşır. Tabii ki bu süreçte ideal şartlar ve ortamın ısısal şartlarının uzun bir dönem içersinde (binlerce yıl) baskın olması ve artması gerekmektedir. yer ısısı her 30 metrede 10 C artmaktadır. Şüphesiz sıcaklık artışı ideal ve normal şartlar için geçerlidir. BU şartların dışında (volkanik faaliyet, fay hareketleri, radyoaktif elementlerin bulunduğu ortamlarda) yerin ısısı olağan üstü bir şekilde ve normalden çok fazla bir şekilde artmaktadır. Yerin ısısı arttıkça önceleri "**turba**" olarak adlandırılan ama kömür sayılmayan bu organik madde, önce "**linyit**" daha sonra "**alt bitümlü kömür**", sonra "**taşkömürü**", "**antrasit**" ve en sonunda şartlar uygun olursa "**grafit**" e dönüşür. Bu ilerleyen olgunlaşma sürecine "**Kömürleşme ("Coalification")**" denmekte, her seviyeye de "**kömürleşme derecesi**" ("**Rank**") denmektedir.

Kömürler şüphesiz içlerinde kil, silt, kum ve değişik oranlarda inorganik (mineral) madde bulundururlar. Kömürlerin içersinde bulunan bu inorganik maddeler kömürün kalitesini direkt olarak negatif yönde etkilerler. Bir kömürün kalitesi, kullanıldığı alana göre farklı anlamlar içerebilir. Örneğin; kok imalinde en kaliteli kömür, şişebilen, gözenekli hale gelebilen ve dayanıklı olabilen, okside olmamış kömürler en iyi kömürlerdir.Yakıt hammaddesi olarak kömürün koklaşması bir anlam ifade etmez, en aranan özellik fazla ısısal niteliğe sahip olmasıdır. Kömürü sıvılaştırma işlemine tabi tuttuğumuzda ise en aranan özelliği uçucu maddesinin fazla olması vs. gelmektedir. Ama tümünde inorganik madde istenen bir bileşen değildir.

Kömürlerin ("A.S.T.M") Sınıflaması

Kömürler bir çok değişik sınıflamalara tabi tutulurlar. Avrupalılar kömürü "sert kömür (linyit üzerindeki kaliteli kömürler)", "kahverengi kömür" olarak sınıflandırlırlar. En yaygınca kullanılan sınıflama şüphesiz, aşağıdaki çizelgede bulunan A.S.T.M (1983) ve uçucu madde, kalori değerini esas alan sınıflamadır. Bir inorganik maddeyi iyi tanımlayabilmek için bazen bu sınıflamalar yetmemekte ve organik petrografik incelemeleri de dikkate alınmaktadır.

Ancak kömürlerin kömürleşme dereceleri de en doğru şekilde yansıma değerleri ile ortaya konabilmektedir. Bu değerlerin yanında çevre açısından kirlletici unsuru olan bazı iz element içeriklerinin (Arsenik, Kadmiyum gibi) bilinmesi de önemlidir.

Kömürlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kömürler gevrek, kırılgan, yanabilen, içersinde organik maddeler dışında değişik özellikte inorganik maddeler de içeren tortul kayalar dır. Kömürlerin fiziksel özelliklerinden ziyade halk arasında kimyasal özellikleri çok kullanılmaktadır.

Kömürlerin Fiziksel Özellikleri

Kömürlerin fiziksel özelliklerine kabaca bakılırsa; Yoğunlukları, içerdiklen inorganik madde ve nem oranına bakarak artmasına rağmen 1,1 ile 2.2 gr/cm³ arasında değişmektedir.

Poroziteleri, kömürleşme derecelerine bağlı olarak % 3 (antrasit) ile % 25 arasında değişmektedir. Sertlikleri (Vickers), 30 (linyit) - 120 (antrasit) kg/mm² arasında değişmektedir.

Kömürlerin Yansımaya Özellikleri

Kömürlerde R_{max}, R_{mean}, R_{random} ve R_{min} yansımaya değerleri ölçülmektedir. Yansımaya değerleri bir havza kömürlerinin gerçek kömürleşme derecelerini bize vermekte, geçmişte geçirmiş oldukları diyajenetik özellikleri (maruz kaldıkları ısıl değerleri) direkt olarak bize sunmaktadır.

Çizelge 2. Kömürlerin % R_{max} Değerleri ve Kömürleşme Dereceleri Ward. 1984 ve Stach. 1982).

Kömürleşme Derecesi	R _{max} Oo1
Linyit	< 0.380
Alt bitüm lü Kömür	0,38-0,47
Yüksek Uçucu Maddeli T askömürü C	0.47-0.57
Yüksek Uçucu Maddeli T askömürü B	0.57-0.71
Yüksek Uçucu Maddeli T askömürü A	0,71 -1.10
Orta Uçucu Maddeli Taşkömürü	1.10-1.50
Az Uçucu Maddeli Taşkömürü	1,50-2.05
Semi antrasit	2,05-3,0
Antrasit	>3,0

Çizelge 3. Bazı Kömürlerin Ölçülmüş % Yansımaya (R_{max}.) değerleri, Paleo-sıcaklık Değerleri ve Karşılık Geldiği Kömürleşme Dereceleri (Boggs 1987).

R _{max} ,%)	Paleo Sıcaklık Değeri (°C)	Karşılık Geldiği Kömürleşme Derecesi(Rank)
<0.48	<100	Alt bitümlü Kömür
0,59	125	Alt bitümlü Kömür
0,72	145	Yüksek Uçucu Maddeli Taşkömürü
0.86	165	Yüksek Uçucu Maddeli Taşkömürü
1,00	180	Yüksek Uçucu Maddeli Taşkömürü
1,16	195	Orta Uçucu Maddeli Taşkömürü
1.42	210	Orta Uçucu Maddeli Taşkömürü
1,52	220	Az Uçucu Maddeli Taşkömürü
1,70	230	Az Uçucu Maddeli Taşkömürü
1,92	235	Az Uçucu Maddeli Taşkömürü
2,14	240	Semi Antrasit

Kömürlerin R_{max} değerleri o ortamın geçmişten, günümüze kadar geçirmiş olduğu en yüksek ısıl değerleri direkt olarak aşağı yukarı vermektedir. Buradan elde edilen bilgiler bize o ortamın ne tür baskılar altında kalmış olduğunu ve ne tür özelliklere sahip olduğunu açıklamaya yardım etmektedir.

Vitrinit yansımaya değerleri petrol ve doğal gaz aramalarında kullanılmaktadır. Petrol aramalarında petrol içeren formasyonların üzerindeki, tortul özellikte kayalarında bulunan herhangi bir ağaç vs. parçası üzerinde yaptığımız ölçümler bize bu ortam da ne tür hidrokarbon (ağır sıvı, sıvı, gaz, veya hiçbir şeyin) bulunabileceğine veya bulunamayacağına çok büyük yardımlar sağlamaktadır.

Yansımaya değerleri kömürün doğal halde, yerin altında bulunma derinliğine bağlı olarak değişebilmektedir. Daha derinde bulunan

kömürlerin daha fazla "jeotermal gradyan" dan etkilenmesi yüzünden, daha yüksek kömürleşme değerleri göstermesi doğaldır ("Hilt Yasası"). Kömürlerin yansımaya değerini arttıran diğer unsurlar, ortamdaki yerin ısısını arttıran dağ oluşumları, volkanik faaliyetler, diri fay hareketleri, ortamda bulunabilecek radyoaktif mineraller vs. dir.

Kömürlerin Floresans Özellikleri

Kömürler organik malzemeler oldukları ve bazı organik maddelerin de floresans özelliği göstermesinden dolayı floresans özellikleri vardır. Kömürlerin floresans özellikleri yansımaya özellikleri ile tam zıt değerler ortaya koyarlar. Yansımaya değerleri düşük olan turba ve kömürlerde floresans özellikler tam tersine yüksek değerlerdedir. Kömürleşme dereceleri arttıkça, liptinit ve vitrinit'in göstermiş olduğu floresans özellikleri de buna paralel şekilde azalmakta ve yüksek kömürleşme seviyelerinde yok olmaktadır.

Liptinitler, daha önce de bahis edildiği gibi, kömürleşme olayına en geç katılan maseraller olduğu için en yüksek floresans özellik gösteren maserallerdir. Bazı semifüzinit'ler haricinde inertinit grubu maseralleri genelde hiç floresans özellik göstermezler. Floresans ışığın kendisi de parlatılmış örnek üzerine düşürülerek örnek incelenir ve ölçümleri böylece yapılır. Floresans değerleri yüksek maddeler daha açık renklerde (açık yeşil vb.), floresans değerleri düşük olan maddeler ise daha koyu renklerde (kırmızı, koyu kahverengi gibi) görünürler. Liptinitlerin detay özellikleri ve inorganik maddelerden (kıl vs.) rahatça ayırt edilebilmesi bu metot ile çok daha kolay olabilmektedir.

Kömürlerin buna benzer sergiledikleri bir çok benzer fiziksel özellikleri vardır

Kömürlerin Kimyasal Özellikleri

Kömürlerin kalitesi ve özelliklerini ortaya koyan kalori (ısısal), kısa ve elementel analizleridir. Bunun yanında kömürlerde iz element analizleri de yapılabilmektedir.

Kömürlerin Kısa ("Proximate") Analizleri

Nem, Uçuşucu Madde, Kül ve Sabit ("Fixed") Karbon analizleridir. Bu analizler bir kömürün petrografik analizler ile birlikte niteliklerini ortaya koyabilmektedir.

Kömürlerin Element ("Ultimate") Analizleri

Kömürler içerisinde bulunan "C", "S", "O", "N", "H" elementlerinin tesbit analizleridir. Çok özel ve detay araştırmalar için yapılabilmektedir.

Kömür analizleri MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesinde, TÜBİTAK, demir çelik fabrikaları, bazı kömür işletmeleri (TTK ve bazı TKİ bölge müdürlükleri), Hacettepe ve ODTÜ" gibi bazı özel üniversitelerimizde ve kuruluşlarımızda yapılabilmektedir.

Kömür Bileşenleri

Kömürlerin Makroskobik Bileşenleri

Bir kömür parçasını elimize aldığımızda onların değişik yüzeylere ve görünümlere sahip olduğunu görürüz. Bazı kömürler kübik bölünmeler (taşkömürleri) şeklinde ufalanırken, uğrarlar. Turbalarda bitki parçaları (fiteraller) görünürken, bazı kömürlerde kalın, ince parlak ve mat bantlaşmalar görülmektedir.

Bir kömür parçasında üst kısımda bir tabakalaşma düzlemi mevcuttur ve daima, eğer bir kırılma, kırılmaya uğramamış veya yer değiştirmeye uğramamışlar ise, yer yüzeyine paralel olacak şekilde, yatay konumda olurlar.

Kömürlerde tabakalaşma düzlemlerine dik olarak ve birbirlerine dik olacak şekilde, yan taraflarda "Klit" ("Cleat") denilen düzlemler bulunmaktadır. Bunlardan ön veya yüz ("face") kliti pürüzsüz iken, yan ("butt") kliti daha pürüzlü durumdadır. Yan klitler ortamın kayaçlarının kıvrım ekselerine paralel olurlar. Klitler ortamın dağ oluşumunu sağlayan faktörlerin etkisinde kalarak oluşurlar yani orojenik kökenlidirler. Klit açılı taşkömürü seviyesinde 90° civarında olup, daha düşük kömürleşme seviyelerinde (alt bitümlü kömür ve linyitlerde) bu açı daha küçük veya farklıdır. Antrasitlerde klitlerin sayısı ikiden daha fazla (üç) olup, bunlar birleşerek konkoidal bölünmeyi sağlamaktadırlar.

Özellikle taşkömürü seviyesinde kömürler bantlı görünüm ortaya koyarlar. Kömürlerin el ile incelendiğinde onların bantlı, mat, elde is bırakan nitelikte olan bileşenleri onların "Litotip" olarak adlandırılan birimleridir. Litotipler sonlarına "ain" takısı alırlar. Birbirinden farklı dört litotip mevcuttur. Bunlar Vitren ("Vitrin"), Klaren ("Clarain"), Düren ("Durain") ve Füzen ("Fusain") dir. Litotiplerin özellikleri detaylı olarak Çizelge 4'te gösterilmiştir. Çizelge 4'te ayrıca kil ve kömürün birbirleri ile ilişkili olarak kömürlü kil ve killi kömürler ile ilgili özellikler de mevcuttur.

Çizelge 4. Bitümlü Kömürlerin Litotipleri ve özellikleri.

TANIM	AYIRTMAN ÖZELLİKLERİ					
KABA YAPI	LİTÖTİFLER	TABAKALANMA	YARILABİLME	KIRILMA ŞEKLİ	PARLAKLIK	DİĞER ÖZELLİKLER
KÖMÜR	Vitren	Zayıf	İyi	Küp şeklinde, Kısmen konkoidal	Çok parlak, Parlak	Tabakalanma yönü ne dik çok sayıda çatlakları bulunur.
Düren	Zayıf	Kötü	Düzensiz	Mat	Bantların yüzeyleri pürüzlü olup, genellikle gri ve	

					siyah görünüştedir.	
Fuzen	Bantsız	Yok	Düzensiz	Siyah	İpeksi, lifsi dokuya sahip olup, yüksek oranda mineral içerebilmekte, ele değince siyaha boyamaktadır	
Klaren	İyi	Orta	Vİben ve Dürenin Karakteristikleri Arasında Değişir.	Vitren ve Dürenin Karakteristikleri arasında değişir.	Vitren, düren ve / veya füzen'in ince bantlarının Arddalaş masından oluşur. Bantların kalınlığı 1 cm den düşüktür.	

Kömürlerin Mikroskopik Bileşenleri

Kömür örnekleri parlatılma briketleri yapılarak üstten aydınlatmalı mikroskoplarda incelenmektedir. Kömürlerin bu şekilde incelenmesi örneklerin içindeki tüm detay özelliklerinin rahatça görülmesine yol açmıştır.

Maseraller

Kayaçlardaki en küçük bileşenler olan minerallere benzemesi için, organik maddelerde de en küçük birimlere maseral adı verilmiştir.

Kömürleri meydana getiren maseral ve mineraller bir kömür tabakası boyunca gelişi güzel dağılmazlar. Bunun aksine, eğer etken bir kontrol altın da bulunmuyorlar ise özellikle ortamın biyolojik, kimyasal ve jeolojik işlev-lerine bağlı olarak oluşur ve o ortamda birikirler. Farklı şartlar, farklı özellikte organik malzemenin (veya maseralin) ve minerallerin ortamda bulunmasını sağlar. Farklı şartlarda oluşan ve kökeni de farklı olabilen bu organik maddelerin (maseral'lerin) de şüphesiz farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri olabilmektedir.

Maseraller kömürlerde farklı morfolojik yapılar ve farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı gruplandırılmışlardır. Sonlarına "init" sözcüğü alırlar. Üç ana maseral grubu vardır. Bu ana gruplar Vitrenit (İnyit ve alt bitümlü kömürlerde Huminit), Liptinit (eski Ekzinit) ve İntertinit'tir.

Mikrolitotipler

Maseraller küçük mikro alanlarda (yaklaşık 50 mikronluk alanlarda) bile bazen tek başlarına değildirler ve bir diğer maseraller ile bulunurlar. Bir veya birden fazla bir arada bulunan maseral toplulukları "mikrolitotip" olarak değerlendirilebilirler. Kayaçlarda kayaç birimleri (granit, gnays) gibi kavramlar kömürdeki litotiplere, mineraller de kömürlerde maserallere karşılık gelmektedir. Ama mikrolitotip kavramı litotip ile maseral arasında büyüklüğü olan ve kayaçlarda benzer, belirlenmiş bir tanımı olmayan, mikroskoplarda ile incelenebilen bir ara kavramdır. Çizelge 6'da da görülen sınıflamada belirtilmiş bu mikrolitotipler daha ziyade kok dışı amaçlı, özel amaçlarda (kömürlenn oluştuğu ortamların belirlenmesinde) kullanılmaktadır. Mikrolitotipler sonlarına maseraldeki "init" takısı yerine "it" takısı alırlar.

Çizelge 6. Mikrolitotipler ve Bileşenleri (Stach,1982).

Mikrolitotip Grupları	Mikrolitotipler	Bileşimleri (%)
Monomaseral'ler (tek maseralliler)	Vitrit (Hümit) Liptit İntertit	Vitrenit (V) (veya Huminit), (> % 95) Liptinit (L), (> % 95) İntertinit (İ), (> % 95)
Bimaseral'ler (çift maseralliler)	Klarit Vitrenit Dürit	V + L, (> % 95) V + İ, (> % 95) İ + L, (> % 95)
Trimaseral'ler (üç maseralliler)	Duroklarit Trimaserit Vitrenit toliptit Klarodurit	V > İ r L (herbiri en az % 5 olmalı) L > İ, V (herbiri en az % 5 olmalı) İ > V, L (herbiri en az % 5 olmalı)
Kat bomineritler	Karbargilit Karbopirit Karboankerit Karbosilisit Karbopolimerit	Kömür + hacimce % 20 - 60 kil mineralleri Kömür + hacimce % 5 - 20 Fe sülfid Mineralleri Kömür -f hacimce % 20 - 60 Karbonat mineralleri Kömür + " " Kuvars Kömür + " " Değişik Mineraller