

Katajenenez sırasında kayacın kimyasal-mineralojik değişimleri sınırlı olmasına karşın, bu değişimlerin doğası önemlidir. Killi kayaların taşlaşması sırasında önemli miktarda su dışarı atılır. Bu suyun bir kısmı kırıntılı ve karbonatlı kayaların gözeneklerini doldurur, diğer kısmı ise kayaların çatlaklarını doldurur. Bu taban suyu tuzlarla birleşir ve gözenek suyundaki tuz miktarı 250-300 gr/lt'ye değin ulaşır. Bu tuzlanma sırasında su, killi kayalar ile katyon alışverişinde bulunur ve kalsiyum klorür suyuna dönüşür. Diğer taraftan jips, anhidrit, florit çökelişi gerçekleşir ve kayaçta, özellikle karbonatlı kayalarda az çok belirgin bir sülfatlaşma görülür. Taban suyunun tuzlanmasından ötürü, pH ve oksitlenme-indirgenme potansiyeli kısa mesafelerde değişir ve dolayısıyla kayacın içindeki fizikokimyasal koşullarda bir değişim gelişir. Bu da katajenenez sırasında maddelerin yeniden dağılımına neden olur. Bazı yerlerde kırıntılı bileşenlerin pek çoğu (kuvars, ağır mineraller gibi) erimeye başlar, diğer yerlerde ise, farklı koşullar altında, eriyik halinde bulunan bileşenler çökerek bir miktar belirgin otijenik minerallerin oluşumuna neden olur (Örneğin anatas, rutil, biyotit, klorit, feldispatlar, epidot, vb. gibi). Bu tür otijenik mineraller özellikle kumtaşlarında egemendir. Kireçtaşlarında ise az miktarda bulunabilirler.

Maddelerin katajenik devredeki değişiminde tuzlu taban suyu kadar basıncın da eritici etkisi vardır. Çimento içermeyen polimiktik kumtaşlarında basınç, kum tanelerinin birbirlerine değdiği noktalarda çok etkin olur ve tanelerin erimesine ve erimiş gerecin de komşu alanlarda birikimine neden olur. Bundan ötürü kumtaşı taneleri arasında mikrostilolitik izler gelişir. Aynı zamanda tanelerde büyümeler ve otijenik mineral gelişimi görülür. Bu süreçlerin et-

kinliği başlıca ilk gerecin bileşimi tarafından denetlenir.

Katajenik kuşağın üst bölümündeki organik gereç CO₂'nin ortadan kalkmasına neden olur ve gaz birikimlerinin kayacın gözeneklerinde toplanmasına neden olur. 1,5 km yi aşan derinliklerde iyice sıkışan bu gazlar kayaçtaki petrol bileşenlerinin ortaya çıkmasına ve petrol depolarının gelişimine neden olur. Bundan ötürü katajenik dönem petrol oluşumu için önemli bir devredir.

Katajenik dönemde minerallerde aşırı büyümeler görülmesine karşın bu değişimler çökel kayacın özelliklerini fazla değiştirmez, ve kayacın iç yapıları tümüyle korunmuş olarak kalır.

Katajenizi izleyen erken metamorfizma devresinde kayaçta önemli değişiklikler yer alır. Erken metamorfizmada gerçekleşen en önemli olay minerallerin değişimleridir. Bunu, kayacın yapısı ve dokusunda görülen değişimler izler. Katajenenez aşamasında çok az etkilenen kil mineralleri erken metamorfizmada giderek tahrip olur ve suyunu tümüyle kaybeder. Benzer değişimler su içeren diğer minerallerde de görülür. Bunun sonucu olarak diaspor korunda, götit hematite dönüşür.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- [1] Görür, N., 1981, Yeryüvarı ve İnsan 1-2, 62-66.
- [2] Balkaş, Ö., 1983, Petrol ve Aramacı, 12, 3.
- [3] Strakhov, N. M., 1967, Principles of Lithogenesis, Fitisimos, 1967.
- [4] Larsen, G., ve Chilingar, G. V., 1967 Diagenesis in Sediments'de, Elsevier, 1967, 1-17.
- [5] Fairbridge, R. W., 1967, Diagenesis in sediments'de, Elsevier, 18-89.
- [6] Fairbridge R. W., 1978, The Encyclopedia of Sedimentology, Dowden, Hutchinson ve Ross, Inc.

Kömür Oluşumunun Fiziksel ve Kimyasal Koşulları

Fuzuli YAĞMURLU Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Bornova - İzmir

GİRİŞ

Kömür, en düşük ısı değerli turba ile, en yüksek ısı değerli antrasiti içine alan geniş anlamli bir yakıt kaynağıdır. 1976 yılına göre dünyada bilinen doğal enerji kaynaklarının toplam rezervi 900 milyar tona (7000 kcal/kg ısı değerli taşkömürüne eşdeğer) ulaşır. Bu rezervin % 61,5 ini taşkömürü ve linyit oluşturur. Yeryüzündeki petrol ve doğal gaz rezerv-

lerinin hızla tükenmekte olduğu gözününe alınırsa bu oran kömür lehine sürekli değişmektedir [1]. Bütün bu veriler, enerji kaynağı olarak kömürlerin yakın gelecekte giderek daha çok önem kazanacağını vurgular.

Kömürlerin sınıflandırılması, ısı değerine, karbon oranına, uçucu madde miktarına, nem oranına ve yansıma şiddetine göre yapılmaktadır. Şekil 1 de

fiziksel ve kimyasal değişkenlere göre kömürlerin Alman (DIN) ve Amerikan (ASTM) standartlarına göre sınıflaması verilmiştir. Buna göre kömür kavramı içinde turba, linyit, taşkömürü ve antrasit olmak üzere başlıca dört ayrı kömür türü ele alınmıştır.

Turba, sarımsı-kahve ile sarımsı gri renkte olup, su oranı % 75'in üzerindedir. Su miktarı preslenerek azaltılabilir. İçindeki bitki kalıntıları genellikle korunmuş olarak bulunur. Turbalar azot, fosfor ve potas bileşikleri yönünden zengin oldukları için tarımda doğrudan gübre olarak kullanılabilir.

Linyit, kahverengi ile siyahımsı arasında değişen, su oranı % 75'in altında olan ve karbon kapsamı % 58-77, oksijen % 21 - 36, hidrojen % 4-5 - 8,5 arasında değişen kömür türüdür. Sertliğine göre yumuşak ve sert linyit, renginin parlaklığına göre mat ve parlak linyit olarak sınıflandırılır. Yumuşak linyit bileşim yönünden turbaya daha yakındır; içindeki bitkisel kalıntılar yersel korunmuş olarak bulunur.

Dış görünümü ve çizgi rengi siyah olan kömürlere pratik olarak taşkömürü denir. Bitkisel kalıntılar taşkömüründe bulunmaz. Isı değeri 7000 kcal/kg'ın üzerindedir, uçucu madde oranı % 40'ın altındadır.

Linyitler ile taşkömürünün ayrımı değişik yöntemlerle yapılabilir. Linyitin çizgi rengi kahverengi olmasına karşın, taşkömürünün siyahtır. Bu nedenle bazı ülkelerde linyit yerine «kahverengi kömür» adı kullanılır. Diğer bir ayırım yöntemine göre, öğütülmüş kömür derişik HNO₃ ile işleme sokulur. Bu işlemlerde linyit kırmızımsı renk aldığı halde taşkömüründe herhangi bir renk değişimi gözlenmez. Başka bir yöntemde, öğütülmüş kömürün sıcak KOH veya NaOH çözeltisi ile işleme sokulmasıdır. Bu durumda linyitte koyu, taşkömüründe açık bir renk ortaya çıkar.

Uçucu madde oranı ortalama % 10'nun altında, ısı değeri 8500 kcal/kg'nın üzerinde bulunan kömürler ise antrasit olarak isimlendirilir.

KÖMÜR OLUŞUMU

Kömürün ana yapısını oluşturan karbon, 320 ppm lik bir Clarke değeri ile yerkabuğunun 15. yaygın elementidir [2, 3]. Karbonun yerkabuğundaki davranışını litofil özelliği kararlar. Zira karbon, hidrojen sonra yerkabuğunun en litofil elementidir. Karbonun diğer önemli bir özelliğide biyofil olmasıdır. Gerçekten karbon, oksijen ve hidrojen ile daha az olarak da azot, fosfor ve kükürtle birleşerek organik madde oluşturma özelliğine sahip bir elementtir. Karbonun meydana getirdiği organik bileşik sayısı 500 bine ulaşır. Bu da tüm inorganik bileşiklerin yaklaşık on katına eşittir. Karbonun, oksijeni bol dolasiyle oksitleyici özelliği olan tortul bir ortamda, CO₂ yerine H, O, N, P ve S'den oluşan canlı madde oluşturabilmesi en ilginç ve önemli olaylardan biridir. Çünkü canlı madde oluşumu, entropiyi düşüren bu nedenle olasılığı en az olan bir olaydır [2]. Bu nedenle tortul bir ortamda çevresi ile termodinamik dengede bulunan hiçbir canlı yoktur. Canlı varlığını sürdürebilmesi için dışarıdan sürekli olarak enerji alması ve entropiyi bu yolla düşürmesi gerekir. Bu işlevini kaybeden canlılar doğadaki termodinamik yasalar uyarınca elementer bileşiklerine (C, H, O, CO₂, H₂O vb.) ayrılır. Bir canlı maddenin elementer bileşiklerine ayrılabilmesi için oksijene gereksinimi vardır. Oksijenin olmadığı ortamlarda canlı yaşamını yitirse bile, canlı artığı uzun süre elementer bileşiklerine ayrılmadan korunur ve yeniden biçimlenerek değişik yakıt kaynakları oluşturur. Başka bir anlatımla, canlının yaşamını sürdürebilmesci için enerji kazanma yeteneğine; canlı kalıntısının varlığını sürdürebilmesi için oksijenin olmadığı indirgen bir ortama gereksinime vardır [2].

Kömür oluşumu genel anlamda bitkisel kalıntılarının mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimlerini kapsayan bir olaydır. Kömürleşme olayı değişik koşulların etkisi altında gelişir. Kömürlerin birincil özelliklerini etkileyen değişkenler şunlardır:

Bitkisel kalıntıların depolanma türü (otokton, allokton),

«Otokton» kömürler, bitkisel gereçlerin taşınma gecirmeden yerinde kömürleşmesiyle oluşurlar. Ekono-

Kömürleşme derecesi	Ref. Yağ. Ro	Uçucu mad. (k.k) %	Karbon (k.k) Vitrit	Doğal nem %	Kalori değeri kcal/kg	Farklı parametrelerin uygulanması
Turba	0.2	68				
Yumuşak	0.3	60	~60	~75		
Mat	0.4	52	~71	~25	(4000)	
Sert	0.5	48	~77	~10	(5500)	
Alevli	0.6	44	~87		(7000)	
Gazlı alevli	0.7	40				
Gazlı	0.8	36				
Yağlı	1.0	32				
Az yağlı	1.2	28			(8650)	
Yağsız	1.4	24				
Antrasit	1.5	20				
Antrasit	1.8	16				
Antrasit	2.0	12				
Meta-Ant.	3.0	4			(8650)	
Meta-Ant.	4.0					

Şekil 1 — Kömürlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine dayanılarak yapılan DIN (Alman) ve ASTM (Amerikan) sınıflaması. Farklı parametrelerin kömürleşme derecesine bağlı değişimleri [4].

mik değeri olan kömür yataklarının çoğu otokton oluşumdur. Katman yüzeyine dik olarak korunmuş ağaç kalıntıları ve kökler otokton kömürlerde yaygındır. Geniş bir alan için geçerli olan birörnek katman kalınlığı, kimyasal ve petrografik özelliklerin birörnek dağılımı, yüksek kükürt kapsamı otokton kömürler için geçerli olan belirgin özelliklerdir. Bunun yanı sıra çok ince bitkisel gereçler ile otokton kömürlere göre yüksek oranda mineral maddesi içeren ve yaygın mikrokatlanma sunan kömürler, «hipotokton» kömürler olarak tanımlanır. Kömür kalitesi ve kalınlığının yersel değişimi ile alçak kükürt kapsamı (otokton kömürlere oranla), hipotokton kömürler için belirgindir [4].

Karasal kökenli bitkisel kalıntıların taşınarak belli bir alanda birikmesiyle oluşan kömürler allokton olarak tanımlanır. Allokton kömürlerde saptanabilen önemli özellikler şunlardır: (1) Yersel olarak çok iri boyutlara ulaşan taşınmış ve parçalanmış bitkisel kalıntılar, (2) Süreksiz yanal yayılım, (3) Kök zonu nunun yokluğu, (4) Altlayan tortularla ani dokanak, (5) Zengin mineral madde ile kaya kırıntıları ve alçak kükürt kapsamı, (6) Altlayan ve üstleyen tortulardan türümsel ayrıcalığı. Allokton kömürler çok scecayrek olarak ekonomik yatak oluşturabilirler [5, 6].

Turba oluşturan bitki toplulukları

Bitki topluluklarının cinsine göre dört tür bataklık oluşabilir [4]:

- a. Su bitkileri içeren açık-su alanları
- b. Orman bataklıkları
- c. Açık sazlık alanları ve bataklıkları
- d. Yosun bataklıkları

Sazlık turbalıklarından oluşan kömürler humodetrit ve sporinitçe zengindir. Yüksek yapılı ağaçların yayılım gösterdiği ormanlardan oluşan kömürler, lignince zengin olup tellinit içerir. Bunun yanı sıra yosun ve sazlık bataklıklarından lptinitçe zengin ve kollinit içeren kömürler oluşmuştur.

Depolanma ortamının türü

Kömürler, kömürleşmeye yol açan elverişli değişik ortamlarda oluşurlar. Kömürlerin bileşimsel özellikleri ile oluştukları ortamlar arasında sıkı ilişkiler vardır. Acısu ortamında (veya lagün) oluşan kömürler kül, kükürt ve azotça zengindir (% 25-30 kül, % 2-3 kükürt ve % 2 azot); ve yersel olarak denizel fosil kapsar. Bu tür kömürlerin uçucu madde kapsamı aynı kömürleşme derecesindeki diğer kömürlere göre daha yüksektir [4]. Lagüney kömürler genellikle ince ve yanal süreksiz katmanlar şeklinde bulunur ve kalori değerleri düşüktür.

Kalsiyumca zengin bataklıklarda oluşan kömürler, deniz etkisinde kalmış kömürlere benzerlik gösterirler. Bu bataklıklarda pH değerinin 7 den fazla olması nedeniyle bakteriler etkindir. Dolayısıyla bitkiler hızla bozunur, humuslaşma ve biyolojik jelleşme erken başlar. Bu tür kömürler yüksek oranda organik kükürt, azot, bitüm ve pirit içerirler.

Alüvyonal ortamlarda oluşan kömürler, genellikle orta kalınlıkta olup akarsu kanal dolgularına para-

lel uzanım gösterirler. Bu tür kömürlerin kül ve kükürt kapsamı düşüktür [7]. Bunun yanı sıra düşük ile orta arası karbon ve kalori değeri, düşük yoğunluk ve yüksek uçucu madde ile başlıca odunsu maserallerden yapılabileşim, alüvyonal kömürler için belirgin özelliklerdir.

Delta ortamlarında oluşan kömürler çok kalın ve geniş yayımlıdır. Kül, kükürt ve uçucu madde bileşimi orta düzeydedir. Kalori değeri, karbon oranı ve yoğunluk derecesi genellikle yüksektir; başlıca odunsu olmayan maseral bileşimi delta kömürlerinde egemendir [7]. Alüvyonal (fluvial) kömürlerin kalınlıkları ve yanal süreklilikleri çok fazla olmadığından, bunlar çok büyük rezervli yatak oluşturamazlar. Ancak delta kömürleri geniş yayımlı ve büyük rezervli yatak oluşturabilirler [8].

Gölsel alanlarda gelişen kömürler değişik oranda kükürt, kül, azot ve iz element kapsarlar. Bunun yanı sıra gölsel tortulardan oluşan arakatıklar ile gölsel organizmalar (gastropodlar) olağandır.

pH derecesi, bakteri etkinliği ve kükürt oluşumu

Bilindiği gibi bitkisel gereçlerin kimyasal ayrışması bataklıklarda yaşayan bakteriler sayesinde olmaktadır. Bakterilerin cinsi, ortamın türü ve kapsadığı mineral ve element bileşikleriyle kararlanır.

Turbanın asidikliği, bakteri etkinliğiyle birlikte, bitkisel kalıntıların yapısal ve kimyasal bozunmalarını etkiler [4].

Bazik ortamda oluşan turba ürünleri ve humik jeller, azot ve hidrojen zengin olmalarına karşın yapısal bozunmaya uğramışlardır. Birçok bakterinin orta veya zayıf bazik bir ortamda yaşadıkları göz önüne alınırsa, asidik bir turba ortamında hücre sel yapılar hemen hiç bozulmadan kalır. Fakat bazı mantarlar pH değerinin 4 ün altında olması durumunda da yaşarlar. Bataklıkların pH derecesi genel olarak 4.8-6.5 ile 3.3-4.6 arasında değişmektedir.

Birçok bakteri, yukarıda değinildiği gibi orta veya yarı alkali ortamlarda yaygın olarak yaşayabilir. Ancak bataklığın kapsadığı mineral tuzları, bazı bakteri türlerinin diğerlerine oranla egemen gelişmesine yol açar. Özellikle bataklıklardaki azot ile çevreden sağlanmış mineral tuzları, bakterilerin gelişmesinde en önemli etkindir. Bundan başka bataklıklardaki birçok bakteri derinlik ve ortamın redoks potansiyeli ile orantılı bir gelişme gösterirler. Örneğin bataklıkların üst bölümlerinde **besides, actinomyces** ve **fungi** gibi aerobik bakteriler egemendir. Bu bakteriler suda kolay çözünen karbonhidrotların (şeker, nişasta vb.) yanı sıra selüloz ve hemiselülozu bozundurlar. Bu durumda turba, ligninler, tanninler, yağlar, mumlar, reçineler, pigmentler ve kütinli maddelerce zenginleşir. Derinde olan anaerobik bakteriler, organik maddenin oksijenini kullanarak hidrojen zengin bir ortam oluştururlar [9].

Kükürt bakterilerinin turbalar ve bataklıklar için özel bir önemi vardır. Bunlar sülfatları sülfürlere indirgeyerek pirit ve markasiti oluştururlar. Kö-

mürlerdeki kükürt büyük bölümüyle bitkilerin ve mikroorganizmaların (bakteriler) yapısını oluşturan proteinlerden kaynaklanmaktadır. Demir, tüm silikatlı minerallerin bileşiminde bulunduğu gibi, dış ortamdan suda çözülmüş iyonlar şeklinde kömürleşme ortamına taşınmış olmalıdır [4].

Bataklığın ısısı

Turbalaşmanın başlangıcında büyük önem taşıyan mikrobiyolojik bozunmalarda sıcaklık önemli bir etkidir. Özellikle selülozların bozunmasını sağlayan turba bakterileri için en uygun sıcaklık 35 - 40°C dir [10].

TURBA DİYAJENEZİ VE KÖMÜRLEŞME

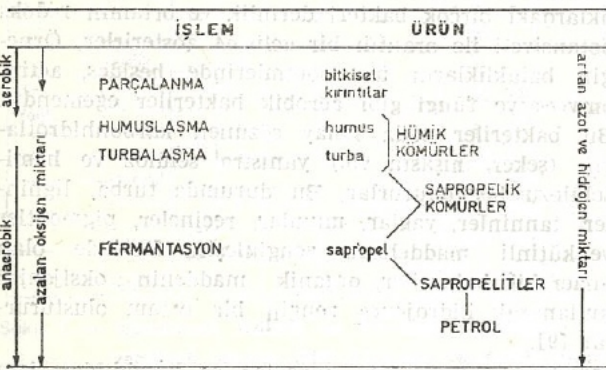
Kömür yataklarının oluşumu için gerekli olan başlıca koşullar şunlardır :

1. İklim ve bölgesel koşullar yoğun bir bitki örtüsünün sürekli olarak gelişmesine elverişli olmalıdır.
2. Gelişen bitkilerin uygun bir ortamda atmosferdeki oksijenden korunması gerekir.
3. Oluşan bitki artıklarının saklanması yanında, yeni bitki artıklarının sürekli eklenmesi önemlidir. Bunun için de kömürleşme alanının sürekli çökmesi (subsidasın oluşması) gereklidir. Aksi halde kömür birikimi yeterli kalınlık ve boyutlarda olmayacaktır.
4. Çökmenin bitkisel gereçlerin depolanmasına elverişli hızda gelişmesi gereklidir. Çökme hızının fazla olması durumunda kömürleşme ortamında kırıntılı tortul çökeli mi egemenleşir.

Bitkisel gereçlerin atmosferin oksijeni ile yalıtılmasından sonraki aşama kömürleşme olarak adlandırılır. Bu aşama, biyokimyasal kömürleşme (turba oluşumu) ve jeokimyasal kömürleşme olmak üzere iki ayrı bölümden oluşmaktadır.

Biyokimyasal Kömürleşme (Turba oluşumu)

Havanın oksijeni ile yalıtılmış olan bataklık ortamdaki bitkisel kalıntılar, bakteri ve mantar gibi mikroorganizmalar yardımıyla parçalanıp dönüşüme uğratılırlar (Şekil 2). Bu dönüşüm, turba oluşumundan sonra yumuşak linyite dek ilerler.



Şekil 2 — Organik madde dönüşümleri ve bunları denetleyen kimyasal koşulların değişimi [4].

Bitkisel maddeler ortalama olarak %70 selüloz en çok %45 karbon içerir), %25 lignin (%60'dan fazla karbon içerir) ve %5-10 arasında protein ile %5-20 arasında tanninler, sakaridler, yağlar, mumlar, reçineler ve pigmentlerden yapıldır. Bu oranlar bitkilerin karalarda ilk görünmeye başladığı Paleozoyik başlangıcından beri hemen hemen hiç değişmeden kalmıştır. Lignin ve selüloz, yüksek karbon içerikleri nedeniyle kömürlerdeki karbonun ana kaynağını oluştururlar. Proteinler ise genellikle kömürlerdeki azot ve kükürdün kaynağıdır. Bitkilerin bileşiminde bulunan yağlar, mumlar, reçineler, tanninler ve pigmentler, kömürlerdeki hidrojen ile yüksek molekülü hidrokarbonların (aromatik ve alifatik) kaynağını oluşturur.

Biyokimyasal kömürleşme sırasında en önemli olay humik maddelerin oluşmasıdır. Bu dönemde humuslaşma ile birlikte jelleşme olayı da sürekli gelişir. Biyokimyasal kömürleşme aşamasında bitkilerin bileşiminde bulunan selüloz, hemiselüloz, nişasta, sakaridler, pektinler ve protein gibi maddeler, turba yüzeyindeki oksijenin yardımıyla, bakteri ve mantarlar (aerobik) tarafından gaz ve sıvı ürünlere dönüştürülür. Bu olay sonunda geriye kalan katı maddeye humik maddeler adı verilir.

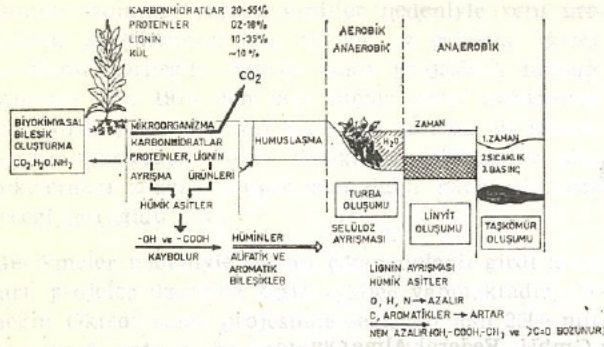
Turbanın derin kısımlarında anaerobik koşullarda süren humuslaşma olayı, yumuşak linyit basamağının sonuna kadar kesintisiz ilerler. Turbalaşma sırasında, bitkilerin lignince zengin kısımlarında yapısal bozunma olmamasına karşın, selülozca zengin olanlarda yapısal bozunma çok belirgindir. Diyajenez devam ettiğinde, humik asitler -OH ve -COOH gruplarını kaybederek huminlere dönüşür. Humik maddelerin içerdikleri su başlangıçta yüksek olduğu için bunlar plastik fazda olup jel şeklindedir (şekil 3). Jel halindeki humik maddeler turba ve yumuşak linyit aşamalarında ayırılabilir. Biyokimyasal jelleşme süresince sıkışma, çimentolanma ve homojenleşme olayları sürekli ilerler. Ancak, yumuşak linyit aşamasından sonra, jeokimyasal kömürleşmeye bağlı olarak jeokimyasal jelleşme başlar [4].

Jeokimyasal Kömürleşme

Turba ve yumuşak linyitin değişik özellikteki linyit ve bitümlü kömür basamaklarından geçerek antrasit ve metaantrasite dönüşmesi sürecine «jeokimyasal kömürleşme» denir [4].

Fiziksel ve kimyasal değişkenler gözönüne alınır, olgun yumuşak linyit basamağı sonuna kadar olan kömürleşme bir diyajenez aşamasıdır. Fiziksel özellikler (gözeneklilik) henüz sıkıştırılabilir. Buna karşılık kömürleşme derecesi, karbon, hidrojen, oksijen ve uçucu madde miktarları gibi kimyasal parametreler yanısıra vitrinitin yansıma özelliği kolayca saptanabilir.

Linyitin kömürleşme derecesinin yükselmesiyle birlikte, toplam nem miktarı azalmakta ve kömürün kalori değeri artmaktadır. Nem miktarının düşmesi, gözenekliliğin azalması yanısıra, hidroksil (-OH), kar-



Şekil 3 — Bitkisel kalıntıların humuslaşması; turba, linyit ve taşkömürü oluşumunun fizikokimyasal değişimleri [13].

boksil (-COOH), metoksil (-CH₃) ve karbonil (-C=O) gibi hidrofilik özellik gösteren grupların bozunarak ayrılmasına bağlıdır [4, 11].

Sert linyit basamağında, lignin ve selülozun son artıkları da humik maddelere dönüşür; ve humik asitler yoğunlaşarak yüksek yapılı organik molekülleri (alifatik ve aromatik bileşikler) oluşturur. Bu maddelerin asit özellikleri yoktur ve kısaca humin olarak adlandırılır.

Yüksek uçucu maddeli bitümlü kömürlerin (UM. %30' dan çok), kömürleşmeleri linyitlere benzer. Kömürleşme derecesi arttıkça bitümlü kömürlerin uçucu madde içerikleri azalır. Bunun nedeni, alifatik ve alisiklik grupların uzaklaşmasıdır. Bu durumda yüksek uçucu maddeli kömürlerde, kömürleşme derecesi arttıkça vitrinitin yapısal bileşiklerinin aromatisasyonuna bağlı olarak yansıma miktarı büyük bir artış gösterir. Antrasit basamağı, hidrojen içeriğinin ve H/C oranının hızla düşmesi yanı sıra, yansıma ve anizotropi artmasıyla belirlenir.

Jeokimyasal jelleşme süresi boyunca turba ve linyitlerin ana bileşenini oluşturan huminit grubu mase-ralleri, vitrinit grubu mase-rallerine dönüşür. Bu nedenle jeokimyasal jelleşme olayı «vitrinitleşme» olarak da tanımlanabilir [4].

KÖMÜRLEŞMEYİ ETKİLEYEN BAŞLICA ETKENLER

Sıcaklık : Kömürleşme boyunca sıcaklık artışı ve bu sıcaklığın etkili olduğu süre önemlidir. Sıcaklık artışı, ilindiği gibi kimyasal tepkimeleri hızlandırır. Bu yüzden herhangi bir nedenle meydana gelen sıcaklık artışı, kömürleşmeyi pozitif yönde ilerletir.

Sıcaklığın en kuvvetli etkisi kontakt metamorfizma geçiren kömürlerde görülür. Bu yerel etki, yeryüzüne yükselen magmatik kütlelerin yakın çevresinde bulunan kömürlerde görülür. Belli bir sıcaklık yükselmesi geçirmiş kömürler doğal kok, jeolojik kok, yanmış kömür veya termal metamorfik kömür olarak adlandırılmaktadır [11]. Bitümlü kömürlerde, kömürleşmenin gelişmesi için 100-150 °C lik sıcaklık

yeterlidir [4]. Sıcaklık ne kadar yüksek ve uzun süreli olursa, etkisi o kadar çok olur. Sıcaklık etkisinin sürekliliği, gömülme sonucu artan jeotermal gradyana bağlı olarak ortaya çıkar. Bu nedenle gömülme derinliği yeterli düzeyde olmayan turbalarda, kömürleşme derecesi fazla gelişemez.

Basınç : Kömürleşme sırasında basınç oldukça önemlidir. Kıvrımlanma, faylanma ve gömülme nedeniyle kömürü etkileyen litostatik basınç ve sıcaklık nedeniyle kimyasal tepkime hızı artar. Gömülme derinliği (veya litostatik basınç) arttıkça kömürün bileşiminde bulunan uçucu madde, nem ve hidrojen miktarı azalır; kalori derecesi ve karbon miktarı artar. **Zaman :** Jeolojik zaman etmeninin kömürleşme üzerine olan etkisi oldukça önemlidir. Örneğin, Tersiyer yaşlı linyitlerin kömürleşme derecesi, Karbonifer yaşlı kömürlere oranla düşüktür. Ancak bu ayrıcalık, her iki devreye ait kömürlerin benzer gömülme derinliği ve jeotermal ısı etkisi altında kalmaları durumunda ortaya çıkar. Aksi halde gömülme derinliği ve jeotermal ısı değeri fazla olan genç kömürler, yüksek kömürleşme derecesine ulaşabilirler. Örneğin Moskova yakınlarında bulunan Tula kömürleri her bakımdan linyit kömürlerine benzemekle birlikte Alt Karbonifer yaşlıdır [12].

DEĞİNİLEN BELGELER

- [1] Uzkut, I., 1982, 3. Türkiye kömür kongresi, 10 - 14 Mayıs 1982, Zonguldak.
- [2] Uzkut, I., 1981, Kömür: Ege Üniversitesi Makine Fak. Maden Böl. yayınları, s. 23, İzmir.
- [3] Rösler, H.J. ve Large, H., 1972, Geochemical tables: Elsevier Pub. Co., Amsterdam, p. 468.
- [4] Stach, E., ve diğ., 1975, Stach's textbook of coal petrology: Gebruder Borntraeger, Berlin, p. 428.
- [5] Williamson, I.A., 1967, Coal mining geology: London Oxford University press., Newyork, p. 374.
- [6] Beaumont, E., 1979, American Assoc. of Petrol. Geol. Bull., s. 63 - 2, 194 - 217.
- [7] Horne, J.C., Ferm, J.C., Carucco, F.T. ve Baganz, B.P., 1978, American Assoc. of Petrol. Geol. Bull., 62 - 12, 2379 - 2412.
- [8] Flores, R.M. Ethridge, F.G., 1981, Society of economic paleontologists and mineralogists, Special Pub. no. 31, p. 349.
- [9] Jacob, H., 1961, Erdöl u. Kohle 14, 2 - 11.
- [10] Jacob, H., 1970, 6. Congr. Strat. geol. Carbon., Sheffield - 1967, III. p. 1009 - 1022.
- [11] Doğru, A.R., 1978, Türkiye'deki bazı linyitlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri: Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Mezuniyet Sonrası Eğitim Fakültesi, Ankara, s. 245.
- [12] Nakoman, E., 1971, Kömür: MTA yayınları, Eğitim serisi no. 8, s. 348, Ankara.
- [13] Flaig, W., 1968, Coal and coal-bearing strata'da London, p. 418.