

## KÖMÜRLEŞME OLAYI VE KÖMÜRÜN KİMYASI [1]

Derleyen : Dipl. Ing. Mahmut Rasim MUTUK

Her kömür yatağının muhtelif cins kömürün ihtiva ettiği ve bunların gerek kullanış (sarf) sahaları ve gerekse görünüşleri itibariyle büyük farklar gösterdiğini, kömürle meşgul olan herkes bilir. Meselâ Almanya Ruhr kömür havzasında yapılan kimyevî tahliller neticesinde muhtelif kömür cinsleri (Gazkohle «gazlı kömür» Feltkohle «yağlı kömür» Esskohle «demirci ocağı kömürü» Magerkohle «gazca fakir kömür» ve Antrasit gibi) tesbit edilmiştir. Bunlar gerek uçucu maddeleri ve gerekse karbon, hidrojen muhteviyatı bakımından ve nihayet pişme kabiliyetleri yönünden büyük farklar arz etmektedir. Umumiyetle malûm olan ve kolayca tesbit edilebilen bu farklar, nasıl oluyorda tabiatta böyle muhtelif görünüş ve terkipte kömür teşekkül ettiği hakkında bir fikir vermemektedir. Kömür yatakları içinde sözü geçen bu farklar, kömürün kömürleşme (inkohlung) derecesine, yani kömürün iptidai maddesinin muhtelif tahavvüllere maruz kaldığı hususuna hamledilmiştir. Kömürün biki iptidai maddesinden teşekkül ettiği ve bildiğimiz kömür haline gelebilmek için milyonlarca senelik bir tahavvül süresi geçirdiği umumiyetle malûmumuzdur. Bu tahavvülün mahiyeti ve seyri hakkında birçok on senedenberi muhtelif fikirler ortaya atılmış ise de, bütün bu nazariyelerin ekserisi, bugün meselâ Ruhr kömür havzasındaki kömürlerin kömürleşme derecesi ve kimyevî terkibine göre, hidrojenasyon, koklaşma, briketleşme

veya yakıt için bilhassa elverişli oluşları gibi ve daha birçok muhtemel olayların heyeti umumiyesine yukardan bir bakış sağlayamadan, yalnız hadiselerin bir kısmını tenvir etmekten ibaret kalmıştır. Aşağıda bu muhtelif cins kömürleri meydana getiren olayları, bu günkü bilgi ve tecrübelerle istinat ederek tenvir ve izaha çalışacağız. Her şeyden evvel şunu unutmamalıyız ki, kömür teşekkülü için bitki iptidai maddesinin kâfi derecede kalın bir su tabakasıyla örtülmüş havasız bir muhitte kalmış bulunması, yani atmosferik tahallüle (vermoderung) maruz bulunmamış olması lâzımdır. Aksi takdirde humuz toprağı meydana gelir, fakat katiyen kömür teşekkül etmez. Tabiatta umumiyetle kömür teşekkülüne müsait bir durumun hasıl olabilmesi için, taban kısmının yavaş yavaş alçalması neticesi birçok bitki generasyonlarının birbiri üstünde neşvünema bulmuş olması suretiyle uzun zamanlar boyunca kalın bir bitki tabakasının teşekkülü imkân dahiline girmiş olması lâzımdır. Bu suretle teşekkül eden bitki tabakalarını biz bugün kömür tabakası halinde tekrar raslayıp tanımaktayız. En son tetkiklere göre Almanya'da Köln civarında 100 m. kalınlığındaki muazzam linyit tabakalarının meydana gelebilmesi için 500 000 -1 000 000 senelik bir zamana ihtiyaç vardır. Bir

[1] Dr. ser. nat. habil. Marie - Therese Mackowsky tarafından Essen teknik evinde, «Kömürün, Kimyası ve Teknolojisi» namı altında verilen konferanslardan derlenmiştir.

ağaç kütüğünün veyahut bataklık ormanın kömürleşinceye kadar geçirdiği safahatı, yani iptidaî maddesinin antrasit veyahut grafit haline gelinceye kadar maruz kaldığı tahavvülü takip edecek olursak, bu tahavvülün 3 veya 4 safhada vukua geldiğini görürüz :

1. Türblaşma
2. Linyit teşekkülü
3. Antrasite kadar taşkömür teşekkülü
4. Grafit teşekkülü.

1. nci ve 2. nci olaylarda bitki maddesi aynı tesir altında kaldığı için bunları bir çatı altında toplayabiliriz. Kömürleşmenin bu safhasına, 1.nci veyahut biolojik-şimik faz denmektedir. Çünkü bu fazda bitki materyeli, mantarların ve bakterilerin tesiriyle turba ve nihayet linyite tahavvül etmektedir. Bu safha, turb hamurundaki asit muhteviyatının yükselerek mantar ve bakterilerin artık yaşayamayacağı bir seviyeye vasıl olmasıyla sona erer. Bitki maddesi içinde bitki maddesiyle yaşayan mikro organizmin meydana getirdiği bu tahavvülden sonra, hariçten gelen basınç ve ısı tesiriyle kömürleşmenin ikinci bir tahavvül fazı başlar ki, buna taşkömürü teşekkülü safhası denir. Bu safha antrasitte nihayet bulur; fakat daha yüksek bir basınç ve ısı tesiriyle grafit teşekkülüne kadar ulaşabilir. Kömürleşmenin ilk fazında, mantarla bakterilerin hayatî faaliyetleri neticesi kimyeyi tahallüller meydana geldiğine işaret etmiştik. «Kendi usaresi içinde kömürleşme» diye tavsif edebileceğimiz bu safha, bir kömür tabakasının ihtiva ettiği muhtelif cins kömürlerin birbirinden olan farkını anlamak ve bütün kömür tabakalarının kimyevî Struktur yapısını izah edebilmek bakımından büyük bir önemi haizdir. Kömürleşmenin muhtelif *fazlarına*, ait hudutlar hiçbir suretle katî olarak tesbit edilmiş değildir. Basınç ve

ısı gibi harici kuvvetlerin tesirile taşkömürü teşekkülü safhası başlamazdan evvel, bir kömürün her zaman olgun bir linyit haline gelmiş olması icap etmez. Basınç ve ısı daha çok evvel, biolojik fazın her anında tesir ederek mikro organizmin faaliyetine nihayet vermiş olabilir. Hiç şüphesiz bu suretle, teşekkül edecek bir taşkömürünün gerek kimyevi ve gerekse tektonolojik hususiyetleri geniş hudutlar dahilinde değişir. Bu sebepten eskilerin kabul ettiği «mütecannis bir kömürleşme seyri» faraziyesini bir tarafa bırakmak icap eder. Bu gerçeklik bugün kömürleşme olayının geniş hudutlar dahilinde ve muhtelif yollarla vukubulduğunu kabul etmek için yegâne sebep de değildir. PETONIE, THOMSON, OBSERTE - BRINK, MOTT, NORD ve Alman Madencilik Dairesinin ham maddeler şubesinin en yeni etüt ve araştırmaları neticesinde, kömürleşme olayının biolojik safhasının birçok muhtelif tesirler altında kaldığı ve bugün bu olaylara vukuf hasıl oldukça, kömürün teşekkülü ve kömürün yapısına iştirak eden şerit cinsleri hakkında daha katî bir bilgi imkânı hasıl olacağı kanaatine varılmıştır.

Taşkömürünün birçok muhtelif bitki cinslerinden teşekkül etmiş olduğunu biliyoruz. Bu bitkiler, taşkömürü ormanlarında değişik bir çoğunlukla mevcuttur. Taşkömürü ormanlarındaki bitki familya, cins ve nevilerindeki değişikliğe, PETONIE ve diğer bilginlere göre, büyük mikyasta iklimin tesiri olmuştur. En yeni tetkikler bu iklimin tropik olmayıp subtropik veyahut mutedil olduğunu teyit etmektedir. İklimin yanında, THOMSON ve diğerlerinin tetkikine göre, umum ökolojik durumla, turb hamurunun asidite'sinin de, taşkömürü ormanının bir bitki muhtevası üzerinde ve bilhassa turb teşekkülü hususunda büyük bir rol oynadığı anlaşılmaktadır. pH - kıymetinin değişmesi bir taraftan mik-

ro organizmin cins ve nevi bakımından teşekkülü üzerine, diğer taraftan da metabolizma mahsullerinin kimyevi birleşiminin (yapısının) tahallülü esnasındaki olayın gidişine tesir eder. Nord, bazı mantar cinslerinin odunun tahallülünde, o andaki pH - kıymetine göre, aynı zamanda muayyen pigment'lerin mevcut ve ademi mevcudiyeti halinde umumiyetle lignin veyahut selüloz meydana getirdiklerini göstermiştir. Bu tetkikler neticesi eskidenberi devam edip gelen lignin veyahut selüloz teorisi münakaşası her iki tarafın lehine hal edilmiş bulunmaktadır. Kimya görüşü ile bunun manası, fizyolojik duruma göre, umumiyetle aromatik veyahut alifatik karbonlu hidrojenler teşekkül ediyor demektir ki, biz buna toplu olarak humin asidi diyoruz. Kimyevî yapıdaki farklar, teşekkül eden kömürün teknolojik durumuna ve galip bir ihtimal ile katran randımanına ve katranın terkibine de katî bir surette tesir etmektedir.

Karbonlu hidrojenlerin katalitik yapısı ve tahallülü üzerinde yapılan tecrübeler, meselâ bakır, vanadin, titan, germanium, kobalt, krom, manganey veyahut çinko katalizatör olarak kullanıldığı takdirde, reaksiyon gidişini muayene, bir istikamete sevk etmek imkânını göstermiştir. Burada  $\text{SiO}_2$  ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nisbeti de yapının tahallülünde mühim bir rol oynamaktadır. Bu tetkiklerin ağır metalionlarının mikro organizmin hayati faaliyetlerinin gelişmesinde, temaruza uğramasında veyahut bu faaliyetleri başka bir istikamete yöneltmesinde büyük bir tesir olduğunu göstermesi bakımından (Marburg) kömürleşme olayı yönünden büyük bir önemi haiz olduğu meydandadır. Diğer taraftan VICTOR MORITZ GOLDSCHMİDT, kömürlerde katalitik tesir eden elemanların izlerine tesadüf etmiştir. Netice olarak: Kömürleşme hâdisesinin ilk kademesinde, yani turb teşekkülü esnasında bitki

materiyalinin tahallül ve tecezzisi olayının o andaki iklim ve ökolojik duruma göre muhtelif bir seyir takip ettiği, bundan başka, bu hâdisede asidite farklılığının ve ağır metalionlarının katalitik tesirinin de büyük bir rol oynadığı muhakkaktır. Binaenaleyh «mütecanis bir kömürleşme mahsülüne varan mütecanis bir kömürleşme seyri» mevzuubahis olamaz. Bu ilk kömürleşme safhasına tesir eden şart ve hususiyetlerin sayısı, muhtelif su örtüsü durumu nazarı itibara alınmazsa, tamamlanmış olmaz. Bu su örtüsünün durumu, tabanın muhtelif surette çöküşüne ve muhtelif mevsimlere göre hasıl olan yer altı su seviyesinin vaziyetine bağlıdır.

Meselâ Almanya'da bir taraftan Hamm ve Achen şehirleri arasındaki arazide ve diğer taraftan Ruhr'dan Münster ve Ibbenbrün'e kadar olan sahada prodüktif karbon esnasında kömür ihtiva eden 2000 m. kalınlığındaki rüsubi taşları düşünülürse, bu büyük sahanın mütecanis süratle çökmüş olmadığını, bilâkis burada muhtelif çökme süratinin ve muhtelif su örtüsü durumunun hâkim olduğu kolaylıkla anlaşılır. Bundan başka fevkalade hallerde, su baskınlarını, hattâ marin karakterde transgressionları ve uzun zamanlar devam eden kuraklığı da hesaba katmak icap eder.

Bu muhtelif süratte çökme olayı, geniş sahalar imtidadınca Oberste-Brink tarafından tetkik edilmiştir. Oberste-Brink, ön tekneler içinde bir çok eşik ve tâli tekneler tespit etmiştir. Bunlar ihtiva ettikleri kömür tabakasının gerek kalınlığı ve kömür içindeki steril taş muhteviyatı bakımından ve gerekse iki kömür tabakası arasındaki rüsubi taşların kalınlığı yönünden büyük farklar göstermektedirler. Bu eşik ve tekneler takip edildiği takdirde, kömür teşekkülü sahasında bitki hayatının tamamıyla sekteye uğramadığı, kuvvetli

çöküntüye maruz kalmış, şist ve kumlarla dolmuş teknelerin yanı başında mebzul bitki ihtiva eden ormanların kendini muhafaza etmiş olduğu neticesine varılır. Bu çöküntü süratinin geniş ölçüdeki tahavvüllerinden başka, daha mahdut bir ölçüde ehemmiyetsiz tahavvülleri de hesaba katmak icap eder. Bu tâli tahavvüller her bataklıkta (Moor) küçük hörgüçler (Bülten) ve çukurlar (Schlenken) şeklinde kendini gösterir ki, bunlar aşağıda bahsedeceğimiz şeritli kömür (Streifenkohle) cinslerinin teşekkülüne sebep olmuşlardır.

Kalın bir su örtüsü, bilhassa hareketsiz bir halde olduğu zaman havanın nüfuzuna tamamiyle mani olur. Bu şartlar altında mikroorganizm teneffüsü için ihtiyacı olduğu oksijeni bitki substans'ından almağa mecbur kalır. Buna mukabil, havanın nüfuzuna tamamiyle mani olamayan bir su tabakası muvacehesinde, teneffüs için lâzım olan oksijenin bir kısmı havadan alınabileceği için bitki maddesinin oksijen muhteviyatı tamamiyle sarf edilmiş olmaz. Bu muhtelif «anaerobi» durumu, yani havadaki oksijenden mahrum kalma derecesi kömürlerde görülen H/O nispetinin muhtelif oluşunu izah eder ki, ileride bu noktaya tekrar temas edilecektir.

Bundan başka su örtüsü durumu neticesi, oksijenin çok veya az nüfuz etmesi halinde yerine göre bitki tahallülü hümifikasyon'dan çürüme (Faulnis) ye kadar bir tahavvül gösterir. Bu takdirde sapropel kömürü teşekkül eder ki, bu da kimyevî yapısı itibariyle humus kömüründen farklıdır. Bu muhtelif teşekkül şartları neticesi, aynı derecede C - muhteviyatını havi iki kömür cinsinin H/O muhteviyatı nispetleri birbirinden farklı olur.

Bu hal Ruhr kömürleri misalinde gayet vazıh olarak görünmektedir. En

yüksek H/O nispetini Boghead -veyahut Kennel-kömürleri göstermektedir ki, bunlara sapropel veya çürük balçık kömürü (Faulschlammkohle kokarkömür) denir. Bunu, nispeten daha az hidrojen ihtiva eden ve tamamiyle anaerob bir muhitte teşekkül eden humus kömürleri takip eder ki, bunların arasında marın bir tesir altında kalan kömür tabakaları hususi bir yer tutarlar. Çünkü bunlarda, deniz suyunun alkalitesi tesiriyle humin asidi diğer hallerden biraz fazlaca neutralize edilmiştir. Bunun neticesi de kömürleşmenin ilk safhası mutaddan daha geç nihayet bulmuştur.

DAUB tarafından ortaya atılan bu teori, mamafih esaslıca tetkik edilmeye değer. Ruhr havzası kömürlerinin heyeti umumiyesinde ve ayrıca bu havzanın şeritli kömür cinslerinde tesbit edilen H/O nispetinin C-muhteviyatı aynı kaldığı halde (yani aynı kömürleşme safhasında bulduklarına rağmen), vitrit, durit ve fusitlerde birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Vitrit, durit ve fusit kömürün makroskopik olarak görülebilen yapı elemanlarıdır ki, bu nevi kömürlere, parlak kömür (glanzkohle), donuk kömür (matkohle) ve elyafli kömür (fazerkohle) denir. Bunlar az kömürleşmiş taşkömürü ocakları aynasında kolaylıkla gözle seçilebilir.

Parlak kömür diye tavsif ettiğimiz vitritler umumiyetle hidrojen bakımından en zengindirler, duritlerin hususiyeti de bitüm muhteviyatı yönünden orta derecededirler. Fusit kömürlerine gelince bunlar en fazla oksijen ihtiva ederler. Bunun manası vitrit kömürlerinin duritlere ve bilhassa fusitlere nispetle tamamiyle oksijeni nüfuz ettirmeyen şartlar altında teşekkül ettiğidir.

Ruhr havzası kömürlerinin kimyevi terkiibinden, fusit kömürleri yüksek oksijen ihtiva ettiklerinden başka, C-

muhteviyatı bakımından aynı tabakadaki duritlere nispetle daha zengin olduğu ve duritlerin de aynı kömür tabakasındaki vitritlere nispetle daha fazla karbon ihtiva ettikleri anlaşılmaktadır. Bu hal, aynı kömür tabakası dahilinde tehassül eden tahallül mahsüllerinin değil yalnız kimyevî yapıları bakımından (meselâ H/O nispeti yönünden), aynı zamanda C- (Karbon) ve uçucu madde muhtevası bakımından da birbirinden farklı olduklarını göstermektedir.

Kömürlerde uçucu madde miktarının kömürleşme derecesinin bir miyarı olduğuna göre, bir kömür tabakası içinde raslanan şeritli cinslerinin kömürleşme dereceleri de birbirinden farklıdır. Böyle bir kömür tabakasının, tetkik edilen herhangi bir yeri, tavadan tabana kadar aynı tektonik bir tesire maruz kalmış olduğuna göre, burada mevcut şerit cinslerinin kömürleşme bakımından gösterdikleri farklar, bunların kömürleşme olayının ilk safhasında muhtelif derecede bir kömürleşmeye maruz kaldıklarını gösterir. Bu kömürleşme derecesindeki farklar, kömürün teşekkül ettiği sahanın muhtelif süratlerle çöküşünden ve bunun neticesi muhtelif bir anaerobi durumunun hasil olmasından ileri gelmektedir. Kuraklıkla ıslaklığın birbirini takip ettiği su sathına yakın yerlerdeki bitki materyalinin tahallülü, daimi su altındaki daha süratle vukubulduğu malûmuzdur. Suyu saplanmış bir direği göz önüne getirsek bunun, su ile havanın temas ettiği noktadaki kısmının su altında veya havadaki kısmından daha kuvvetli bir tesire maruz kaldığını hatırlarız. Bu müşahedeyi kömüre tatbik edersek, biraz daha kuru muhitte teşekkül eden fusitin, bu kömürün vitrit kısmına nispetle daha kuvvetli bir kömürleşmeye maruz kalarak karbonca zenginleştiği, yani diğer şerit cinslerine nispetle

daha kuvvetli bir tahallül geçirdiği anlaşılır. Fusit teşekkülü ile alâkalı olarak çok defalar temsil edilen ve fusitin fosil bir odun kömürü olduğu ileri sürülen bir noktai *nazar* vardır. Bu düşünceye göre fusitin orman yangınları neticesi teşekkül etmiş olduğu kabul edilmektedir. «Orman yangını» nazariyesi hiç şüphesiz kısmen doğrudur. Fakat 10 - 20 cm. kalınlığındaki fusit şeritlerini orman yangını neticesine atfetmek biraz güç olsa gerektir. Buna mukabil, bu ince şeritlerin, bitki materyalinin kuvvetli bir anaerob tahallülünden tevellüt ettiği daha tabii olarak izah edilebilir. Mamafih, orman yangını fusiti ile bitki maddesi tahallülünden hasil eden fusit arasındaki farkların kimyevi ve röntgenografik olarak tespiti imkân dahilindedir. Şu muhakkak ki, kömürleşmenin ilk safhasına tesir eden şartlar, muhtelif şerit cinslerinin teşekkülünü izah ettiği gibi, bütün kömür tabakasının teknolojik evsafı hususunda da rol oynarlar. Bu münasebetle, muhtelif kömürleşme şartlarının göz önünde tutulmasıyla, meselâ az gazlı yağlı kömürle (Fettkohle) [1] demirci ocağı kömürü (Esskohle) [2] hudutları dahilinde bulunan bir kömür tabakasının bir yerinden alınan kömürün koklaşmaya salih olması ve bunun 100 - 200 metre ötesinden çıkarılan kömürün ise hiçbir koklaşma evsafı göstermemesi gibi hususiyetlerin izah olunabileceğine işaret edebiliriz.

Bir taraftan daima değişen kömürleşme şartlarının, diğer taraftan teşekkül eden kömür tabakasıyla bunun ihtiva ettiği şerit cinslerinin birbiriyle olan münasebetlerini daha yakından aydınlatılabilmek için TABLO 1 de taşkömürün Struktur elemanlarıyla şerit cinsleri ayrı ayrı gösterilmiştir. TABLO 2

[1] Fettkohle = Pişme kabiliyetini haiz ve % 19-30 uçucu maddeyi havi taşkömürü.

[2] Esskohle = Haff bir pişme kabiliyetini haiz ve % 13-19 uçucu maddeyi havi taşkömürü.

**Tablo 1 - Strüktür Elemanlarına Göre Şerit Cinslerinin Yapısı**

Taşkömürü	H u m u s K ö m ü r ü				Sapropel Kömürleri		
Şerit Cinsleri		Vitrit	Clarit	Durit	Fusit	Kennel-Kömürü	Boghead Kömürü
Strüktür Elemanları	A. Ana Kitle	Vitrit	Vitrit	Kitlevi Mikrit Semifusinit Sklerotinit İnce Taneli Mikrit	Semifusinit Fusinit	İnce Taneli Mikrit Vitrit	İnce Taneli Mikrit Vitrit
	B. Ara Katgılar	Resinit	Exinit Resinit	Exinit Resinit	— —	Exinit Resinit	Alg'ler (Exinit'e ait)
	C. Tâli Maddeler	Semifusinit ve Fusinit çubukları Mikrit parçacıkları Sklerotinit	Semifusinit ve Fusinit çubukları Mikrit parçacıkları Sklerotinit	Fusinit Vitrit	— —	Fusinit çubukları	Fusinit çubukları

**Tablo 2 - Petrografik Hususiyetlere Göre Kömür Tabakalarının Teşekkülü Hakkında İstihraç (Bir Deneme)**

Hiçbir oksijen tesiri olmadan	Hafif bir oksijen tesiri altında	Kuvvetlice ve kısmen hiçbir maniaya uğramadan oksijen tesiri altında
<b>ŞERİT CİNSLERİ</b>		
Vitrit Clarit Mikrit ince taneli	Vitrit Odun Strüktürlü Vitrit + Clarit Tâli madde olarak : Fusinit + Mikrit Geçişler : Clarit — Durit Semifusinit	Saf Durit Satırlı Mikrit + Semifusinit Sklerotinit Fusinit
<b>MİNERAL ARAKATGILARI</b>		
İnce kil Yanıcı şist (Brandschiefer) Kaolin Fk Fe S <sub>2</sub> (marin)	Fe CO <sub>3</sub> Kongresiyonları	

**Tablo 3 - H ve O ce Zengin İki Kömür Tabakasının Kısa ve Elementar Tahlipleri Arasında Mukayese**

	Kömür tabakası : Katharina (Beeckerwerth)	Kömür tabakası : Dickebank (Henrich Robert)
Su	1.5	0.67
Kül (Kuru)	4.4	4.5
Uçucu madde (Su ve külden âri)	29.8	25.5
C - Muhtevası	85.5	86.5
H - «	5.18	4.66
O - « [1]	4.60	4.59
S - «	2.80	—
O+N - « [2]	6.40	~ 9.8
H/O nispeti	18.0	16.3
H/O+N - nispeti	~ 13.0	~ 8
Pişme kabiliyeti	15.7	23.2
Şişme tazyiki	Çok tehlikeli bir şişme hassası	0.74/0.38
Küçülme %		3.7

ise, bize muhtelif şerit cinslerin teşekkül şartlarına göre bir çerçeve içinde sıralanmış durumunu göstermektedir. Hattâ o suretle ki, bu tablodan, gayet dakik petrografik analiz yardımıyla, bir kömür tabakasının teşekkül tarihi istihraç edilebilir.

Münferit şerit cinslerini, yan yana olarak değil, muhtelif surette teşekkül etmiş iki kömür tabakasına ait iki vitriti, meselâ TABLO 3, Beeckerwerth maden ocaklarında sıkı bir anaerob muhitte teşekkül etmiş katharina kömür tabakasıyla, Heinrich Robert ocağındaki oldukça anaerob teşekkül eden Dickebank kömür tabakasını birbirile mukayese edersek, aradaki farkların kömürün sarf mahalli bakımından da büyük bir önemi haiz olduğunu görürüz.

[1] O - Blançosundan.

[2] Aradaki farktan.

TABLO 3 bize her iki vitritin C-muhtevası bakımından aynı olduğunu ve fakat gerek ihtiva ettiği uçucu madde ve gerekse H/O + N - nispeti bakımından farklı bulunduğunu göstermektedir. Bu nispet tamamiyle havadan mahrum teşekkül etmiş olan katharina kömür tabakasında pek tabii olarak Dickebank tabakasına nazaran daha büyüktür. Aynı zamanda şişme tazyiki (Treibdruck)da katharina'da Dickebankdakinden daha yüksektir. Böyle muhtelif bünyeli kömürler laboratuvarında koklaştırılmaya tâbi tutulursa, kendi kömürleşme derecesi için (nispeten) yüksek H - ihtiva eden kömürlerin retort kokları gerek reaksiyon kabiliyetleri ve gerekse elektriki (Toz) mukavemetleri bakımından daha az H - ihtiva eden kömürlerinkinden bâriz farklar gösterdiği görülür. Şöyle ki, katharina kömürünün elektriki (Toz) mukavemeti 617

ohm olarak tesbit edilmişken, Dickebank kömürü kokunun mukavemeti 824 ohma çıkmıştır. Reaksiyon kabiliyetlerindeki fark ise nispeten H ce zengin kömürlerin koklaşırken yumuşama safhasında, nispeten O ce zengin kömürlere nazaran daha plâstik bir hale gelmelerinden tevellüt etmektedir. Bunun sebebini röntgenografik tetkikler neticesi izah etmek mümkün olmuştur. Şöyie ki, H ve O ce zengin kömürlerin koklaşma esnasında kristal şebekeleri durumunda tahavvüller hasil olmakta, gerek şebekenin kristalit büyüklüklerinde ve gerekse şebeke katları satırlarının birbirinden olan mesafesinde farklar meydana gelmektedir. Bu etütler üzerinde daha fazla durmayarak yalnız rontgenografinin kömür teknolojisi bakımının önemli durumların izahında büyük yardımı dokunduğunu işaret etmekle iktifa ediyoruz.

Bütün kömürleşme kademelerini içine alan ve Struktur elemanlarının ve şerit cinslerinin teşekkülünü, yapısını ve görünüş tarzlarını mikroskop altında gayet vazıh bir surette gösteren «tatbikî taşkömürü petrografisi Atlas»ı (Atlas für angewandte Stein - kohlen petrographic - Essen Verlag - Glückauf) başlıklı bir kitap intişar etmiş bulunmaktadır. Bunda C. ABRAMSKI, M. Th. MACHOWSKY, W. MANTEL ve E. STACH tarafından gerek ilmî ve gerekse pratik sahada yapılan etüt ve tetkiklerin neticeleri o suretle işlenmiştir ki, bunlar bize değil yalnız kömür cinslerinin tasnif ve tavsifini, bunların yapı elemanlarını ve mineral bakımından ademi safiyetlerini, aynı zamanda son 20 senedenberi taşkömürü petrografisinde pratik bakımdan elde edilen önemli sonuçları da toplu bir halde göstermektedir. Bu eser muhtelif Struktur elemanlarını ve kömür-şerit cinslerini bir çok fotoğraflarla gösterdiği için bunların tekrarından sarfınazar edilmiştir.

Şimdiye kadarki izahlardan kömürleşme olayının ilk safhasının, gerek kömürün kimyevî karakteri ve şerit cinslerinin sureti teşekkülü ve gerekse bu şerit cinsleri arasındaki farkların hasil oluşu üzerine büyük bir tesir yaptığı anlaşılmaktadır. Kömürleşme olayının bu ilk safhası esnasında vukubulamayacak bir hadise varsa o da, meselâ gazlı alev kömürü ile antrasit arasında ki büyük kömürleşme farkının meydana gelmesidir.

Bu daha ziyade ilerlemiş kömürleşme safhasının ki, bunu biz jeolojik faz diye isimlendirmek mecburiyetindeyiz, esas itibariyle ilk biolojik safhadan farkı, ilk kömürleşme safhasında hazırlanmış olan reaksiyonların, ikinci safhada basınç ve ısı tesiriyle başlamış olmasındadır. Bunun mârasası, muhtelif kömürlerin kimyevî yapısının jeolojik fazın devamı müddetince olduğu gibi kaldığı ve bu yapının en dakik tetkik metodlarıyla en yüksek kömürleşme derecesine kadar takip edilebileceğidir.

Jeolojik fazın devamı müddetinde en önemli olay, basınç ve ısı tesiriyle kömürlerin gittikçe gazını kaybetmesiyle kalmayıp, aynı zamanda sedimentasyon esnasında horizontal olarak yataklanan tabaka kompleksinin de tazyikin tesir istikametine göre bir yön almış olmasıdır.

Jeolojik fazda tesirini gösteren basınçlar ikiye ayrılır:

1 — Yük tazyiki; kömür tabakasının üstünde yatan binlerce metre kalınlığındaki sediman taşlarının hasil ettiği tazyik. Tecrübe göstermiştir ki, derinlik fazlaştıkça yalnız yük tazyiki değil, aynı zamanda kömürleşme derecesi de artmaktadır. Bu müşahede, dolayısıyla HILT'in vaz ettiği kaideye göre, kömürün uçucu maddeleri her 100 m. derinlik için, 1.1-1.3 eksilmektedir. Bu kaide kömürleşmenin yalnız kömür taba-

kası üstündeki sedimantasyon tazyikiyle hasıl oluşu halinde doğru olup, yan tazyiklerin tesir ettiği hususlara şâmil değildir.

2 — İltiva veya şariyaj tazyiki; bunu toplu olarak tektonik basınç diye isimlendirebiliriz.

Vaktiyle oldukça veya tamamıyla ufkî olarak yataklanmış bir kömür tabakasının sonradan yer yer dik bir meyil alacak surette iltivalandığı umumiyetle malûmumuzdur. Bundan başka, böyle tektonik olaylar neticesi münferit tabaka komplekslerinin birbiri üzerine abanması suretiyle, az bir kömürleşme derecesi gösteren genç bir kömür tabakasının, kuvvetli bir kömürleşme safhası geçirmiş olan diğer bir kömür tabakasının tabanında görüldüğü vâki olmaktadır. Bu takdirde HILT [1] kaidesindeki hükümlerle bu gerçeklik birbirini tutmuyor demektir. Bu olaylar muvacehesinde, iltivaya maruz kalmış her kömür havzasında, bu günkü Ruhr kömür sahasında, bir kömür tabakasının stratigrafik durumu (yani primer olarak yataklanmış tabaka kompleksi içindeki mevki), hiçbir suretle o tabakanın kömürleşme derecesi için bir ölçü teşkil edemez. Bu gerçekliği en açık olarak, umumiyetle malûm olan katherina kömür tabakasının durumu göstermektedir. Bu tabaka, kömür sahasının doğusunda %34 nispetinde uçucu madde ihtiva ettiği; yani gaz kömürü veya gazlı alev kömürü evsafını gösterdiği halde, sahanın batısında Rhein nehri civarında % 17-19 nisbetindeki kömür muhtevasiyle, gazca fakir yağlı kömür veyahut demirci ocağı kömürü (Esskohle) evsafını arz etmektedir. Aynı müşahedeyi aşağı yukarı Ruhr havzasının bütün kömür tabakalarında yapmak mümkündür. Çünkü, bütün tabaka kompleksi iltivadan sarfi nazar, doğudan batıya doğru bir meyil ile yatmakta ve ayrıca güneyden kuzeye doğru

[1] Fransızlar buna Hilt kanunu derler.

düşmektedir. Bu gerçeklikler madenci için çok önemlidir, zira bu olaylar, bir kömür tabakasının bütün saha imtidadınca kömürleşme derecesinin ve binnetice teknolojik bakımdan kullanımının muhtelif olduğunu ve hattâ birbirinden biraz uzakta olan iki kömür ocağı arasında bu yönden bir mukayese yapmanın imkânsız bulunduğunu gayet bâriz bir surette göstermektedir.

Basınçdan başka, tabiatıyla ki, ısının da kömürleşme olayı üzerine büyük bir tesiri vardır. Kömürün gazını kaybetmesi ve buna bağlı olarak kömürleşmenin gelişmesi olayın da, mütenasiben basıncın olduğu kadar ısının da dahil olmuştur. Jeotermik derinlik kademesi değiştikçe, yani derine doğru her 100 metrede ısı arttıkça, derinliğe tâbi, olan kömürleşme gelişmesi de hızlanır. Yataklanmış kömür tabakası bir plutonun civarında bulunursa, uzağında bulunışundan daha kuvvetli bir surette kömürleşir. Eğer kömür tabakaları, Saar havlisinde ve Waldenburger sahasında olduğu gibi, volkanik sahreler tarafından delinmiş olursa, fevkalâde hallerde hatta koklaşır. yer altında tabii kok teşekkül eder. Mamafih, ısının tesiri halinde ayırt edilecek cihet:

Isının kömürleşme olayının hangi kademesinde tesir ettiği ve bunun ehemmiyetsiz veya devamlı bir ısınma veyahut çok kuvvetli ve fakat birdenbire bir kızdırma olayı olup olmadığıdır. Bu olayların sonuncusu koklaşmayı, ehemmiyetsiz, uzun süren ısınma ise, yalnız kömürleşmenin gelişmesini intaç eder.

Kömürleşmenin jeolojik fazında tesir eden esas faktörün basınç mı, yoksa ısı mı suali ötedenberi, bugüne kadar hiçbir vazih netice vermeden münakaşa mevzuu olagelmiştir. Mamafih bugün umumiyet itibariyle ısının kömürleşmenin gelişmesinde daha kuvvetli bir tesiri olduğu temayülü hâkim gibi görünmektedir. Bu husus katî olarak tes-

bit edilmiş değildir. Çünkü bugün basınç tesiriyle vukubulan bir kömürleşme olayını, ısı tesiriyle meydana gelen bir kömürleşmeden katî olarak tefrik etmek imkânlarından henüz mahrumuz. Mamafih öyle görünüyor ki, yüksek derecede kömürleşen kömürlerin, yani antrasitin refleksiyon kabiliyetinin ölçümü imkânları bize yeni bir yol açmaktadır. Malûmdur ki, kömür, grafitte benzeyen küçük kristalitlerden müteşekkil bir yapıya maliktir. Bunlar grafitte olduğu gibi bir kat şebekesi teşkil ederler. Bu gibi kat şebekeleri (Schichtgitter) basınç tesiriyle kat sathına doğru (Schichtebene) yönelme evsafını haizdirler. O suretle ki, kat satırları basınç istikametine dik bir durum alırlar. Kristalitlerin bu yönelmesi tam olduğu vakit, grafitin kristalografik kanunu icabı, kat sathında izotropi, buna amut olarak da anizotropi hasıl olur.

Bu hal, umumiyet itibariyle basınç tesirinde kömürleşmiş olan Piesberg - antrasitinde müşahede edilmektedir. Isı tesiriyle olan kömürleşmede ise, durum böyle değildir. Burada kristalitlerin yönelmesi tam olmadığı için, gerek şebekede kat sathında ve gerekse buna amut istikamette vazıh bir anizotropi tesbit edilememiştir.

Öyle görünüyor ki, son zamanlarda yapılan tetkikler neticesinde, bir kömürleşme olayının umumiyetle basınç veya ısı tesiriyle vukubulup bulmadığını tefrik edecek duruma vâsil olunmuştur.

Son olarak grafit, kömürleşme olayının en son haddi olarak kabul edilebilir mi, sualine kısaca temas etmeyi muvafık buluyoruz.

Grafit diye tavsif edebileceğimiz kömürleşme mahsüllerinin, grafitin gerek

kimyevî ve gerekse fizikî bütün evsaf ve karakterini haiz olması lâzımdır.

Bu sonuncu evsafın en başta geleni, kat sathında namütenahi büyüklükte kristalitlere malik 3 dimensiyonlu haki ki bir kat şebekesi yapısıdır. Grafitin yağlı ve yapışkanlımsı evsafı, taban sathında iyi geçirici (nakil) ve buna amut istikamette ise iyi izole edici gibi vasıfları kendi kristal strüktüründen ileri gelmektedir. Bu yapıda olan kristalitler kömürden teşekkül edebilirler, yalnız kömürleşme olayında umumiyetle hâkim olan basınç ve ısı tesirinde değil, fakat 1500°-2000° gibi yüksek ısı ve buna tevafuk eden yüksek basınç tesiri altında, bu gibi yüksek basınç ve ısı, ancak tam bir sahra metamorfozunda müşahede edilebilir ki, bundan da grafitin Ruhr sahası gibi kömür havzalarında ve kok ocaklarında değil, fakat Alplerde, yani kuvvetli surette tektonik olaylar tesirinde kalan sahalarda teşekkül edebileceği anlaşılır.

Kömürleşmenin seyri üzerinde yapılan etütler neticesi ileriye sürülen yeni görüşler, eskilerin kabul ettiği gibi «Mütecanis bir kömürleşme seyri» üzerinde durmayıp, kömür teşekkülünün muhtelif kademelerinde, dışardan ve içerden vâki tesirler altında muhtelif kömürleşme mahsüllerinin teşekkül ettiği ve bunların gerek kimyevî, fizikî ve gerekse teknoloji bakımından birbirlerinden çok farklı olduğu yönündedir. Kömürleşme olayı üzerindeki bu günkü bilgi ve tecrübeye istinaden kömür havzasındaki plânlanan kömür tabakası arşivi (Flözarchiv) çerçevesi içinde, kömür ham maddesinin teknoloji bakımından kullanış yerlerine göre tasnifiyle, umum kömür rezervinin bu yönden tefrik ve tesbit edilmesi imkânının teminine gidilmektedir.