

5.hafta

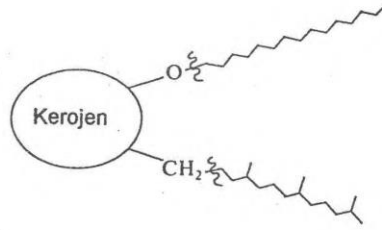
4. ORGANİK MATERYALİN KATAJENEZİ VE PETROL GAZIN OLUŞUMU

1. Giriş

Tahminen petrol ve doğal gaz üreten kerojenin bitüm şekline dönüşümüyle sonuçlanan kimyasal reaksiyonlar mevcut zamanın düzenli ve geniş periyotları içerisinde oluşan nispeten yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyarlar. Bu ısının neden olduğu reaksiyonlar Katajenez olarak bilinirler. Katajenezin sonuçları ve nedenlerini anlamak için prosesin üç yönünü çalışmak gereklidir, bu faktörler, katajenez oranının etkisi, katajenezin kerojenin yapısı ve bileşimi üzerinde etkileri ve hareketli ürünlerin (bitüm ve gazlar) katajenezidir.

2. Katajenez Kinetiği

Kerojenin katajenezinde büyük kerojen molekülleri ısısal olarak parçalanarak bitüm olarak adlandırılan daha küçük molekülleri oluştururlar. Bu nedenle kerojenin katajenezini diğer parçalanma reaksiyonlarına çok benzemektedir. Tıpkı diğer parçalanma reaksiyonları gibi kerojenin ayrışmasıyla molekülün değişik taraflarında oluşabilir. Şekil-4'de kerojen molekülünde mümkün olan iki bağlanma görülmektedir. Eğer karbon-oksijen bağı koparsa, farklı bitüm molekülü açığa çıkar. Aslında daha pek çok farklı şekilde kerojen molekülünün parçalanması mümkün olur. Her farklı yol çok az farklı kimyasal reaksiyonu ifade eder, ve her biri çok az farklı bitüm molekülünü oluşturur.



Şekil 4.1 İki adet mümkün bağ modeli görülen, kerojen molekülünün şematik görünüşü. Üstteki, nispeten daha az enerjiye ihtiyaç gösteren C-O bağının kopmasını, alttaki ise, daha fazla enerjiye ihtiyaç gösteren C-C bağının kopmasını göstermektedir.

Bütün bu kimyasal reaksiyonlar aynı kolaylıkta oluşamazlar. Karbon ile örneğin oksijen, nitrojen yada sülfür gibi farklı atomlar arasındaki bağ genellikle Karbon-Karbon halkasından daha kolay olarak kopmaktadır.

Kerojenin ayrışması ısısal bir süreçtir, ve molekül ayrışmadan önce oluşan ve etkili enerji (aktivasyon enerjisi) olarak bilinen engeli geçmelidir. Şayet molekül bu enerji engelini geçerse ve parçalanırsa, enerji onu harekete geçirir. Bunun için sedimanların derinlere gömülmesi katajenez için hayati önem taşır. Sıcaklık her durumda, yer kabuğu boyunca aşağılara doğru yükselir, bu olay jeotermal gradyan olarak adlandırılır. Çünkü sedimanın gömülme derinliği arttıkça, onun sıcaklığı da yükselecek ve Kerojen içerisindeki kimyasal reaksiyonlar hızlandırılacaktır. Conan (1974), Lopatin (1971) ve Waples (1980)'e göre sıcaklık artışı 10°C olduğunda katajenez oranının iki katına çıktığı görülmektedir. Bu gözlemler özel olarak kimyasal kinetiklerin tahminlerinden meydana gelmektedir, kerojenin parçalanması da ilk arzulanan olaydır.

Sıcaklık ve zaman arasında bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Çünkü bunlar katajenezin derecesinde etkili olurlar, bu nedenle jeolojik zaman katajenetik proseste sıcaklıkla aynı olarak kabul edilir. Örneğin, 100°C de kesin dönüşümü tamamlamak için 1 milyon yıla ihtiyaç olmuşsa, aynı dönüşüm 90° C de 2 milyon yılda, yada 80°C de 4 milyon yılda tamamlanabilir. Katajenezde sıcaklık ve zamanın oynadığı rol Bölüm 8'de çok daha detaylı olarak anlatılacaktır.

Simoneit ve diğ. (1979) magmatik intrüzyonların sonucu olarak pekişmemiş sedimanlar içerisinde bile hafif hidrokarbonların oluşabileceğini göstermiştir. Yüksek sıcaklıklar çok kısa zaman periyotları içerisinde oluşur, katajenez ve hatta metajenez safhasına kadar yükselir. Böyle intrüziflerin ısısal etkileri oldukça yerseldir, bununla birlikte, bu intrüzyonlar petrolün oluşumunda etkili rol oynarlar. Plütonlarda, çok büyük ısı kapasiteleri nedeniyle, diğer taraftan önemli rol oynayabilirler.

Katalizörler kimyasal reaksiyonların hızını artırabilir. Birçok mineral yüzeyinin kerojenin katajenezinde bazı katalitik etkilere sahip oldukları görülür (Shimoyama ve Johns 1971, Jurg ve Eisma 1964). Gerçekten mineral katalizörlerin bulunup bulunmadığı sorusu yeraltında kerojen katejenezinde önemlidir, ve oldukça etkili katalizörler olan killerin ve karbonatların etkili olup olmadıkları da hala cevaplandırılmamıştır, fakat bütün sedimanlarda katalizörlerin muhtemel etkilerinin aynı olmadıkları görülmektedir. Birçok çalışmacı killerin muhtemelen çok etkili katalizörler olduklarına inanmaktadır, ve bu katajenez seyrlerde karbonat kayaçlarda olduğundan daha hızlı ilerler.

Yukarıdaki analizler iki önemli sonuç ortaya çıkarırlar. İlki kerojenin katajenez süresince farklı zamanlarda meydana gelen bölüm, bu zamanda etkili olan belirli bağ tepkimelerine bağlı olan kimyasal bileşimlere sahip olacaktır. İkincisi, farklı bileşimli kerojenler değişik oranlarda tepki göstereceklerdir. Fazla sayıda C-O bağına sahip kerojen, örneğin C-C bağına sahip kerojen moleküllerinden daha süratli bir şekilde katajenez uğrayacaktır.

Katajenezin başlangıç safhasında, katajenez olayı kerojenin bitüme net şekilde dönüşümüyle sonuçlanır. Sedimandaki kerojen miktarı dereceli olarak azalır, ve bitüm miktarı artar. Şayet sedimanın sıcaklığı sürekli gömülme derinliğiyle devamlı olarak yükseliyorsa, bitümde aynı oranda yükselecektir. Sonunda, katajenez oranı önemli oranda azalacaktır, çünkü kerojende mümkün olabilen bağlanma yeri azalır. Bu durum, sıcaklığın hala yükselmesine rağmen, bitüm oluşum oranında da net bir azalışa neden olur. Sonunda bitüm oluşumu tamamen durur. Bu olaylar zinciri Şekil 4.2'de görülmektedir. Bununla birlikte bu analiz bitüm içeren bu kayacın geçirdiği olayları bize ifade etmez. Bir başka düşünceye göre, bazı diyajenetik bitümler, katajenez safhasından önce bile önemli olabilirler. Bir başka deyişle, katajenez süresince oluşan bütün bitümler kaynak kaya içerisinde kalmazlar.

Katajenezin başlangıç safhasında bitüm eksilmesi çok azdır, fakat katajenezin geç safhası süresince bitüm oluşumu önemli oranda düştüğünde, göç ve bozuşma etkin olacaktır. Şekil 4.3'de "toplam bitümün ifadesi" görülürken Şekil 4.2 nin "toplam bitüm oluşumunu" ifade ettiğininie dikkat etmek gerekir. İki eğri arasındaki farklılık diyajenetik bitümün ve göç süresince meydana gelen bozulma etkilerinin katkılarından dolayıdır.

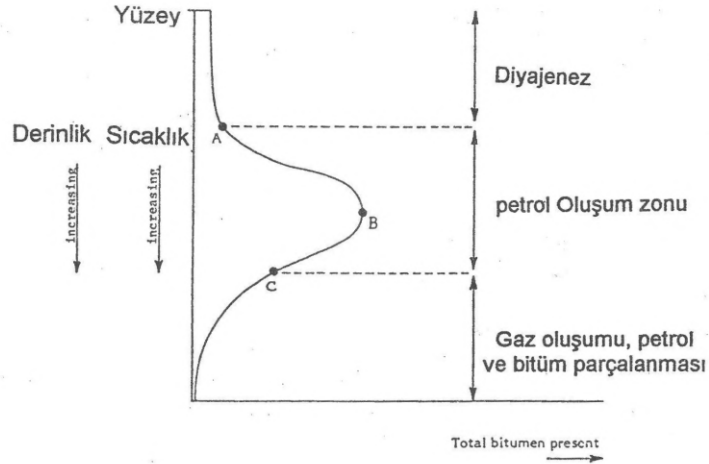
Şekil 4.3 de yüzeyden A noktasına kadar olan bölüm diyajenezi ifade eder. Burada ısısal reaksiyonların oranı son derecede düşüktür. Burada sedimentler içerisinde mevcut olan bitümün küçük bir miktarı doğrudan orjinal kaynak metaryelden miras kalmıştır ve bu diyajenetik bitüm yada kalıntı bitüm olarak anılır. A'dan B'ye kadar bitümün kuvvetli net bir artışı söz konusudur. Burada nispeten küçük bir bozuşma ve göç söz konusu olabilir. B'den C'ye kadar bitüm oluşumu dereceli olarak azalır ve bu durum bitümü eksilten ısısal parçalanma prosesleri yada göçe bağlıdır. C noktasının altında esasen bitüm oluşumu sona erer ve gaz oluşumu ile bitüm göçü hakim duruma geçer.

Eğrinin bu şekli çalışılan bütün örnekleri yeterince açıklayabilecek özellikte görülür. Şekil 4.4' de resimlendiği gibi sedimentlerin sıcaklıkları ve yaşlarına bağlı olarak katajenez derinlikle başlar. Şekil 4.4'de tanımlanan 4 basenin de yaşları ve jeotermal gradyanları farklıdır.



Şekil-4-2 Kayacın ısıl olgunlaşma derecesine bağlı olarak kayaç içerisindeki bitüm oluşumunun genelleştirilmiş eğrisi.

Bununla birlikte, Şekil 4.4'deki eğrinin genel şekli tamamen modele uymaktadır. Burada kerojen tipine bağlı olarak oluşan toplam bitüm miktarına dikkat etmek gerekir. Tip III kerojenler Tip I ve Tip II kerojenlerden daha az oranda üretkenlerdir. Tip IV kerojenler ise esasen bitüm üretmezler.



Şekil.4.3. Kaynak kayanın ısıl olgunlaşmasının fonksiyonu olarak Kaynak kaya içerisindeki bitüm konsantrasyonunun genelleştirilmiş eğrisi

Toplam bitüm hesabı kuyu profillerinde (bak.Şekil 4.3. ve 4.4.) petrol üretim zonunu tanımlamak için başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Şuna dikkat edilmelidirki; tek bir değerinin hiç bir anlamı yoktur; bu nedenle bütün profilin birleştirilmesi zorunludur. Bu durum bunlardan sonra bile bütün bitüm içeriğinin petrol oluşum penceresine ulaşmadığına