

## BÖLÜM VII

### PETROL HAZNE KAYASI

GENEL BİLGİLER: Petrol oluşumu mekanizmasını düşünecek olursak, sedimanlar içinde ince dağılmış organik maddelerin jeolojik zamanlar süresince geçirdikleri değişiklikler sonucu oluşmaktadır, fakat bu sedimanlar içinde petrole dönüşen organik maddeler ilk anda damlacıklar halinde bulunurlar. İlerleyen zamanla birlikte bu damlacıklar bir araya gelecek ve oluştuğu ortamdan kurtularak kendilerine daha müsait olan ortamlara göç edecektir. Göç konusu ise daha sonra ele alınacaktır. İşte petrolün oluşuktan sonra kendine bulduğu müsait ortam onun hazne kayasını oluşturur. Petrol oluştuğu sedimanlardan (petrol ana kayası) mutlaka kurtulup bir yerde birikmeliki biz de ekonomik miktarda petrol elde edebilelim. Petrol oluştuğu ana kaya içinde damlacıklar halinde dağılmış bir vaziyette bulunduğu sürece ordan ekonomik miktarda petrolün elde edilmesi mümkün olamaz. Bizim arzumuz petrol oluşuktan sonra göçmesi ve uygun bir ortamda birikmesidir. İşte o biriktirdiği ortam ve kayacı petrolün hazne kayasını oluşturur. Bir petrol yatağının oluşması için; petrolün göçmesi, gözenekli ve geçirgen bir ortamın bulunması ve uygun bir yapının da varlığı gereklidir.

Burda biz, bu hazne kayanın petrol ihtiva edebilmesi için ne gibi özelliklere sahip olması gerektiği üzerinde duralım. Bir petrol hazne kayasının gözenekli ve geçirgenlik derecesinde iyi olması gerekir. Bir hazne kayanın gözenekli olması, taneler arasında boşluklar ihtiva etmesi demektir. Bu boşlukların da birbiriyle irtibatlı olmasıyla ideal hazne kaya özelliğini gösterir. Porozite bir kayadaki gözenek hacminin kayanın tüm hacmine oranı olarak ifade edilir ve yüzde olarak gösterilir.

$$\varnothing = \frac{V_p}{V_b} \times 100$$

$V_p$  — gözenek hacmi

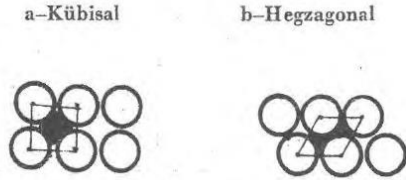
$V_b$  — Kaya hacmi

Eğer kayaç gözenekleri birbiriyle irtibath ise kullanılır poroziteden söz edilir. Bilindiği gibi bir kayaç içinde 2 tip gözenek bulunabilir. Bunlardan biri, birbirleriyle irtibath diğeri ise irtibatsızdır. Bizim için önemli olan birbirleriyle irtibath olan gözeneklerdir. Gözeneklerin büyüklükleri kayacın litolojisine bağlıdır. Bunlar kayacı oluşturan partiküllerin taneboyu, boylanma derecesi, yuvarlaklık derecesi ve paketlenme özellikleriyle tayin olur. Bu elbetteki kumtaşları için geçerli özelliklerdir. En ideal hazne kayalar kumtaşları ve kireçtaşlarıdır.

İdeal bir hazne kaya olabilmek için onun yalnız gözenekli olması yetmez, ayrıca gözeneklerin büyüklüğünün içindeki gaz veya ham petrolün akmasına müsaade etmesi gerekir. Bir kayadaki gözeneklilik değerinin iyi olması geçirgenliğinin de iyi olduğuna işaret eder (kil taşları hariç)

Bir kumtaşı düşünelim, bu kumtaşını oluşturan partiküllerin küre şeklinde olduklarını kabul edersek, partiküllerin dizilişleri o kayacın gözeneklilik ve geçirgenliğine etki edecektir.

Bildiğimiz gibi iki tip paketlenme vardır (Şekil 32 A).



Şekil 32 A.: Paketlenme tipleri

Paketlenme tipleri		Gözenek tipleri
a. Kübisal	b. Hegzagonal	a. Taneler arası b. Kristaller arası c. Erime boşluğu d. Kanal-çatlak e. Kristal içi f. Reisif içi

Kübisal paketlenmede, eğer tane boylarıda eşitse teorik olarak en büyük gözenekliliği verir. Bu değerinde yüzde 47.5 dur, Eğer tane boyları eşitse bu gözenek boşluğu yani deliklilik kürelerin büyüklüğü ile bir bağlantısı yoktur.

Hegzagonal paketlenmede teorik olarak gözeneklilik % 25.9 dur. Bu nedenle çok ince taneli kayaçlar (kil ve marnlar) kaba taneli (çakıl) kayaçlar kadar gözenekli olabilir. Fakat geçirgenlik biraz daha değişik görünür. Geçirgenlik, bu durumda sıvının veya gazın gözeneklerden geçerken karşılaştığı dirence bağlıdır.

İnce taneli kayaçlarda sıvının veya gazın geçmesine karşı gösterilen direnç kaba taneli kayaçlardan daha fazladır. İşte bu nedenle de ince taneli kayaçlarda geçirgenlik daha düşüktür. Eğer gözenek boşlukları içinde hareket eden sıvı veya gazın molekül boyundan daha küçük olacak olursa kayaç tamamen geçirimsiz olur. Eğer, kılcal basıncın nedeni olan taneceklerin yüzey gerilim kuvvetleri çok yüksek ve hareket eden ortamın molekül boyları gözenek deliklerinden küçük olacak olursa, kayaç içinde hiçbir hareket olmayacaktır. Bu da kayaç içinde mevcut hidrokarbonun normal koşullarda dışarı alınmayacağını gösterir.

O halde hazne kayanın önemli parametlerinden biri de, kılcal basıncın kayaç içindeki sıvı veya gazı dışarıya atabilecek derecede yüksek olmasıdır.

#### *Hazne kayaçlarının Jeolojik ve Petrografik Özellikleri :*

Biz sediman kayaçların amacımıza uygun olarak kabaca klastik ve kimyasal çökeller diye ayırt edebiliriz. Klastik kayaçlar daha önce oluşmuş kayaçların parçalanmasından meydana gelen materyalden oluşur. Kimyasal kayaçlar ise çökeltilerden kimyasal ve biyokimyasal yollarla oluşurlar.

Klastik hazne kayaçlarda tane büyüklüğü ve boylanma dereceleri sık olarak değişir. Bunlar kayaç parçaları, fosil parçaları veya organik kırıntılardan oluşabilir.

Jeolojik olarak klastik kayaçların oluşumu, kuvvetli bir şekilde yerel koşullardan depolanma ortamı, iklim, ortam şekli, jeokimyasal çevre, beslenme alanı, taşınma, depolanma ortamının su hareketliliği, biyolojik ve diğer faktörlerle sıkı sıkıya bağlıdır. Bu tip kayaçlar özelliklerini yatay ve düşey yönde kuvvetli olarak ve uzun mesafelere kadar devam ettiremezler. Bunlar sık olarak merceksi killenmiş veya killerle parmaklanmış olabilirler. Bilhassa sahil oluşumları havza içine doğru daima killi oluşumlara geçerler. Nehir kumları uzun, dar şeritler veya parmak şeklinde delta depolanmaları oluştururlar. Klastik oluşumlar denizel, karasal veya gölsel olabilirler. Bunlar kaynak alanı yakınında kaba taneli ve kötü boylanmalı olabilir, sudaki taşınma vasıtasıyla tane büyüklüğüne göre bir boylanma ve değişik tane boylu kayaçlar

oluşabilir. Bilhassa iyi boylanmış temiz kumlar deniz sahilinde oluşur ve kil içeltilerinden yoksundurlar. Bu nedenle eski deniz sahilleri petrol hazne kaya oluşumu için ideal yerlerdir. Bu kumlar en iyi petrol hazne kayacı olup tane boyları 0.06-0.3 mm. arasındadır.

Karasal oluşumlarda sık olarak iyi hazne kaya olma özelliklerine sahip olabilirler. Buna örnek olarak Çin, Venezuela ve A.B.D. bazı hazne kayaları verilebilir. Burda ayrıca karasal oluşuklardan nehir yataklarında çökelen kumlarında iyi hazne kaya örneklerine sokabiliriz.

Kimyasal olarak çökelen kayaçlar genellikle karbonatlardır. Bunlardan kireçtaşları, dolomitler, marnlı kayaçlar vardır. Dünyadaki petrol üretiminin yapıldığı hazne kayalar büyük bir çoğunlukla kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardır.

Kimyasal olarak çökelmiş karbonatlı kayaçlar ince taneli ve bu nedenle de primer (ilksel) gözenekliliği az ve dolayısıyla da geçirgenlikleri düşüktür. Bilhassa organik çökelti (bol fosilli kireçtaşları) petrol hazne kayacı yönünden idealdirler. Bu gibi kayaçlar büyük bir ilkel gözeneklilik ve dolayısıyla da iyi bir geçirgenlik sunarlar. Bunlardan başka resifal kireçtaşları ise çok ideal hazne kayalarıdır. Bu gibi kayaçlar koloni halde yaşayan organizmalar tarafından oluştururlar (Korallen, Algler, Mercanlar). Bu kireçtaşlarının ilksel gözeneklilikleri çok yüksektir. Diyajenez evresinde de geçirdikleri olayların etkisiyle daha da artabilir. Diyajenezin ilk ve daha sonraki evrelerinde kireçtaşlarının dolomitleşmesiyle de gözeneklilikte yaklaşık olarak yüzde on civarında bir artış olabilir. Bu da hazne kaya yönünden iyi bir gelişmedir. İşte bu nedenlerle kireçtaşlarındaki dolomitleşmeler petrol aramacılığında önemli bir yer alır.

Oolitik kayaçalarda (kireçtaşı ve oolitik diğer kayaçlar) büyük bir ilkel gözenekliliğe sahiptirler. Kimyasal sedimanlarda ilksel gözenekliliğe sahiptirler.

Kimyasal sedimanlardaki ilksel gözeneklilik genellikle diyajenetik gelişmeler ve değişikliklerle daha iyiye gider. Kayaçlar içindeki su dolaşımının değişik etkileri vardır. Bunların başında eritme, çatlakları büyütmeye ve boşlukları genişletmeye olarak söyleyebiliriz.

Bu olaylarda kayaçların gözeneklilik ve geçirgenliğini artıran faktörlerdir.

Kimyasal yollarla oluşan kayaçlar, dedritik kayaçalara nazaran daha devamlı ve uzun mesafelere kadar gidebilir, karakterleri aynı kalabilir ve kalınlıkları daha fazla olabilir.

Tektonik etkilerle; sık dokulu kayalar (kilitli, silisli kayalar, kireçtaşları, dolomitler ve marnlı kayalar) ikincil bir gözeneklilik kazanabilirler. Bu gelişimler bazen daha ileri safhalara giderek kayalar parçalanabilir ve daha gözenekli hale dönebilir. Bu gelişimlerde petrol aramacılığında önemlidir. Zira kayanın gözeneklilik ve geçirgenliğini artırır ve dolayısıyla petrol ve gaz birikme alanları oluşturabilirler.

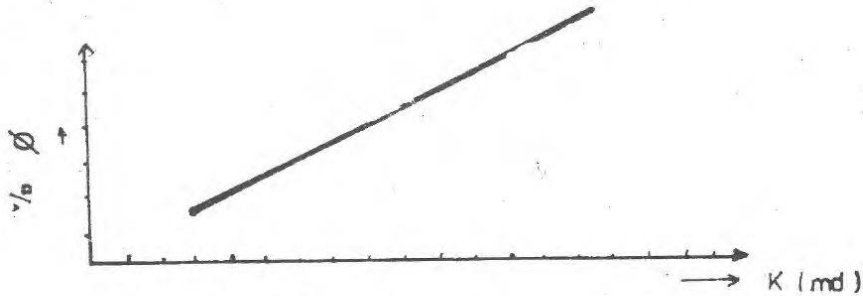
Bu yolla petrol ve gaz birikintileri magmatik ve metamorfik kayalar bünyesinde de depolanmış olabilir. Bunların örnekleri vardır. Bu görünüm veya gelişimler petrolün magmatik ve metamorfik kayalarda geliştiğini göstermezler. Yalnız birikmenin bu tür kayalarda da olabileceğine işaret eder. Kaliforniya ve Venezuela da buna benzer örnekler görülmüştür.

Volkanik lavlar ve tüflerde oldukça iyi birincil gözeneklilikler göstermektedir. A.B.D. ve Arjantin'de bu tür kayalardan gaz üretimi yapılmaktadır.

Levorsen (1967)'e göre bir hazne kayanın porozite ve permeabilite değerleri ve değerlendirmesi aşağıda verilmiştir.

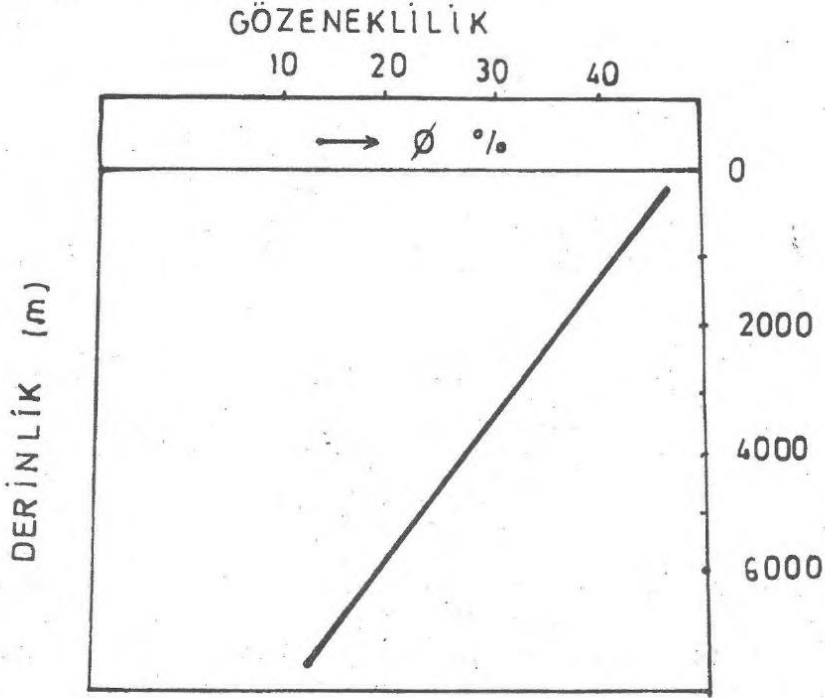
% Gözeneklilik	Geçirgenlik (md)	Değerlendirme
0-5	-	Önemsiz
5-10	-	Fakir
10-15	1.0 - 10.0	Oldukça iyi
15-20	10.0 - 100	iyi
20-25	100 - 1000	Çok iyi

Değerlerden görülebileceği gibi porozite ile permeabilite arasında doğru bir orantı vardır. Porozitenin artması geçirgenliğinde artmasına neden olmaktadır. Bu ilgiyi şöyle gösterebiliriz (Şekil 33).



Şekil 33. Gözeneklilik-geçirgenlik ilişkisi

Porozite değerleri kayacın gmlme derinliğiyle ters orantılı olarak gelişir. Yani derinlere inildikęe kayaçların gzenekliliklerinde bir azalma olmaktadır (şekil 34).



şekil 34. Derinlik-gözeneklilik ilişkisi

Hazne kayalarda yapılan deneyler sonucu bu yargıya varılmıştır. Buna neden olarak, görülen katmanların üzerine gelen yeni sediman ağırlıklarının yaptığı basınę gösterilebilir. Petrol, ikincil bir gç mekanizmasıyla ana kayadan daha gözenekli ve geçirgen kayağlara hareket etmesi ve uygun yapılar da birikmesiyle oluşur. Petrolün biriktiği ortamlar yani kapanlar daha sonra söz konusu edilecektir. O halde petrol hazne kayaları olarak sahil kumları, karbonatlar, nehir yataklarındaki kum depoları, nehir dolguları, karbonatlı kayalar, kanal dolguları, bar kumları, delta dağılım kanallarını dolduran kumlar ve en önemlisi de resifal kireğtaşları görülmektedir.

Klastik kayaçlar yaklaşık olarak % 60 ve karbonatlı kayaçlardan % 40 oranında hazne kaya oluşurmaktadır.

Petrol hazne kayaları 4 özelliğe sahip olmalıdır. Bu özellikler petrol birikintisinin yeri ve boyu bakımından farklı derecede önemlidirler. Bunlar:

#### 1. Hazne kayanın yayılımı:

Hazne kayanın bileşimi ile dokusunun devamlılığı veya devamsızlığı petrol jeolojisi açısından önemlidir. Bu özellik hazne kayanın yayılmış alanını gösterdiği gibi kapsayacak alışkan miktarına da etkili olur. Bu nedenle hazne kayanın kalınlığı ve yayılımı önemli bir parametre oluşturur. Petrol birikimi hazne kayanın tümünde olmaz ancak uygun yapının geliştiği alanlarda gerçekleşir. Elbetteki bu petrol hazne kayasında birikecek akışkan miktarına daha başka faktörlerde etkili olacaktır.

#### 2. Gözenek alanı:

Bir kayacın gözenekliliği, kayacın gözenek alanının kayacın tüm hacmine oranı olarak alınır ve birim olarakta yüzde ile ifade edilir.

$$\varnothing = \frac{V_p}{V_b} \times 100 \text{ formülüyle verilir.}$$

Yine gözenekliliğin değişik olduğuna değinmiştik. Etkin gözenek alanı petrol göçmesi, birikmesi ve kapanlanması için önemlidir. Bir kayacın bağlantılı gözeneklerinden bir akışkanın geçmesine gösterilen kolaylığın ölçüsü de geçirgenliği ifade etmektedir. Kayaçların geçirgenlikleri değişik metodlarda ölçülebilir.

Bilhassa laboratuvarlarda geliştirilen ve hava ile yapılan geçirgenlik değerleri daha fazla önem taşırlar. Çünkü burda suyun kullanılmaması hazne kaya içinde bulunabilecek killi içeltiilerden doğabilecek hataların önüne geçilmiş olur. Bilindiği gibi killi içeltiiler kayaçlardaki su veya petrol akımını önler. Bu ince taneli olan kilin taneler arasındaki yüksek kılcalık kuvvetinden ileri gelmektedir. Bu nedenle killi kayaçlar içinden sıvı akımı zordur. Geçirgenlik Darcy kanununa göre bulunur. Darcy'nin verdiği formül

$$k = n \cdot \frac{\varnothing \cdot L}{p \cdot F \cdot t} \text{ dir.}$$

k- geçirgenlik, n- ortamın (sıvının) viskozitesi cp.,  $\varnothing$ - ortamdan akan sıvı miktarı  $\text{cm}^3$ , F- Sıvı akımına müsaade eden alan  $\text{cm}^2$ , p- basınç farkı, t- zaman, L- numune uzunluğu, geçirgenlik birimi darcy (d) dir.



Eğer bir kayaç 1 d. lik geçirgenliğe sahipse, 1 cm<sup>3</sup>'lük sıvı, viskozite-leri 1 cp, 1 cm<sup>2</sup> alandan, 1 cm'lik mesafeyi, 1 sn'de geçiyor demektir.

### 3. Akışkan kapsamı:

Hazne kayadaki etkin gözenek alanını dolduran akışkandır (sıvı, petrol, gaz v.s.). Hazne kayanın tamamı hiç bir zaman sıvı, gaz veya petrol ile doldurulmamıştır. Ancak hazne kayanın belirli bölgeleri doldurulur. Hazne kaya içindeki akışkanlar hareketli veya hareketsiz olabilirler.

Jeolojik zamanlar boyunca akışkanın basıncı, sıcaklığı, yoğunluğu ve kimyasal bileşimi değişik koşullar altında (aşınma, çökelme, biçim değiştirme ve daha başka nedenler) geçici veya sürekli olarak değiştirilebilir ve akışkanlar hazne kaya içinde hareket ederler. Böylece akışkanlar yüksek enerji potansiyelli alanlardan daha düşük enerji potansiyelli alanlara doğru hareket ederler.

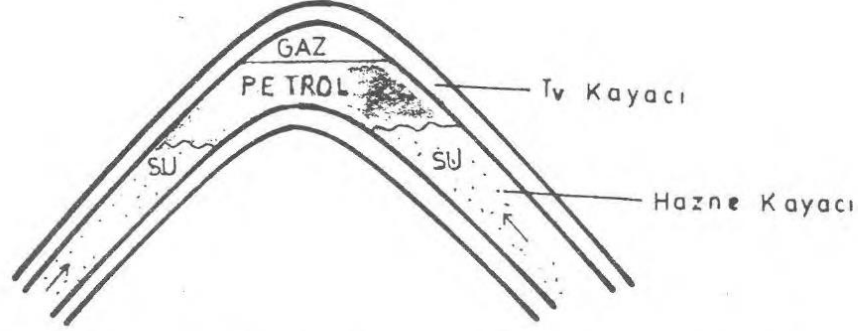
### 4. Hazne kapanı:

Bu bir birikintideki petrol ve gazı bulunduğu yerde tutan özelliktir. Bazı jeologlar kapan denince petrolün yer altında birikmesine yolveren hazne kayanın şeklini anlarlar. Kapanlar, hazne kayanın akışkanlarının kazandığı basınç gradyanlarıyla da oluşabilir. Kapanda, hazne kayanın hem şekli hem de gözenek alanı anlaşılmalıdır (Bu konuya ayrıca göç bölümünde değinilecektir.).

Hazne kapanları, hazne kayanın yapı ve stratigrafi niteliklerinin çok çeşitli bileşenleriyle oluşur. Kapanda çoğu zaman üstte geçirimsiz örtü yani tavan kayası veya örtü kayası vardır. Bu tavan kayası petrol veya gazın kapandan kurtulup kaçmasını önler. Bu örtü kayası ince taneli sık dokulu kayaçlardan oluşur. Kapanlara alttan baktığımızda iç bükeyli görülürler. Kapanın tavanı kavisli olduğu gibi açılıda olabilir. Kapanın yapı yükselimi içine alabileceği petrolün miktarını gösterir. Kapanlar değişik şekillerde olabilirler bu nedenle de sınıflandırmalarında değişiktir. Kapan oluşturan hazne kayaların kapan alanındaki kısmı bazen tamamen doldurulmuş olabilir.

Petrol kapanlarında biriken ham petrol, gaz ve su yoğunluklarına göre kapan içinde bir dizilime tabi tutulurlar. Her kapanda mutlaka bu üç akışkan bulunmayabilir. Kapan içinde akışkanların dizilişi aşağıda görüldüğü gibi olur (Şekil 35).





Şekil 35. Antiklinal bir kapanda hidrokarbonların yoğunluklarına göre dizilimi

Bir kapanda görülen alışkanlar petrol/gaz, petrol/su ara yüzeyleriyle birbirlerinden ayrılırlar. Petrol/su ara yüzeyinin altındaki hazne kaya gözenekleri su ile doldurulmuştur.

Bu dokanak düzlemleri yatay veya eğik olabilir. Eğer alttaki su kütlesi hareketsiz duruyorsa ara yüzeyler yataydır. Şayet petrol/su ara yüzeyi altındaki su kütlesi hareketli ise ara yüzeyler eğik olacaktır. Bazen hareket halindeki bu su kütlesi o kadar kuvvetli bir akışkan potansiyeline sahip olur ki, kapandaki birikinti kapanın kenarına itildiği gibi kapandan da uzaklaştırılabilir ve dolayısıyla kapan boş kalır. İdeal hazne kapanları aşağıdaki koşullara sahip olmalıdır.

- Hazne kaya ekonomik birikintiyi kapsayacak büyüklükte olmalıdır.
- Hazne kaya iyi bir gözeneklilik ve geçirgenlik değerlerine sahip olmalıdır.
- Hazne kaya, gaz veya petrolün kaçmasını önleyecek yapısal veya stratigrafi koşullarını sunmalıdır.

Bir petrol birikintisi keşfetmek demek yukardaki özellikleri bir arada bulmak demektir. Hazne kayalar kökenlerine göre bir sınıflama yapılabilir. Bilindiği üzere petrol birikintileri büyük bir çoğunlukla tortul kayalar içinde görülmektedir.

Kökenlerine göre şu sınıflama yapılabilir

- Kırıntılı kayaçlar
- Kimyasal ve biokimyasal kayaçlar
- Diğer çeşitli kayaçlar

Hazne kayalar oluşum özelliklerine göre de

a. Denizel hazne kayalar

b. Denizel olmayan hazne kayalar.

Bu iki sınıflama birleştirilerekte yapılabilir. Örneğin; denizel kireçtaşı, karasal kumtaşı gibi,

Jeolojik yaşa göre sınıflama yapılabilir. Kretase kireçtaşı, Eosen kumtaşı şeklinde.

#### *Hazne Kayanın Adlandırılması :*

Petrol üretilen hazne kayaya bağımsız bir ad vermek alışla gelmiş bir adettir. Bu ad raporlara yayınlara ve hatta mukavelelere geçer. Örnek verecek olursak Midyat Formasyonu, Germav Formasyonu gibi sonunda ise gazlı veya petrolü kum, verimli kum v.s. adları kullanılır.

Hazne kaya adlandırmaları kayacın bileşimi kullanılarakta yapılabilir. Wilcox, simpson kum gibi.

Petrol; denizel, karasal, gölgesel ve bataklık çökeltilerin de bulunmuştur. Bu ortamlarda oluşan kayalar petrolün hazne kayasında oluştururlar.

Demekki lüzumlu koşulların yerine getirilmesiyle yukarıda saydığımız kaya çeşitleri ekonomik miktarlarda petrol verebilirler. Bunlara örnekler vermek mümkündür.